



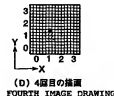
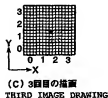
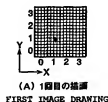
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 G06T 15/00	A1	(11) 国際公開番号 WO99/52077 (43) 国際公開日 1999年10月14日(14.10.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01692 (22) 国際出願日 1999年3月31日(31.03.99) (30) 優先権データ 特願平10/85375 1998年3月31日(31.03.98) JP (71) 出願人 株式会社 ソニー・コンピュータエンタテインメント (SONY COMPUTER ENTERTAINMENT INC.)[JP/JP] 〒107-0052 東京都港区赤坂七丁目1番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 佐々木伸夫(SASAKI, Nobuo) 〒107-0052 東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社 ソニー・コンピュータエンタテインメント内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 山本寿武(YAMAMOTO, Toshitake) 〒167-0051 東京都杉並区荻窪4丁目28番9号 荻窪サニーガーデン301号 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 AU, BR, CA, CN, ID, IL, KR, MX, PL, RU, TR, UA, VN, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW) 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: IMAGE DRAWING DEVICE, IMAGE DRAWING METHOD, AND PROVIDING MEDIUM

(54)発明の名称 描画装置および描画方法、並びに提供媒体



(57) Abstract

Aliasing is reduced by the image drawing method of this invention. A plurality of amounts of shift by which the drawing positions of when the RGB values of each pixel are written in a frame buffer are shifted with a precision minuter than one pixel are determined, and the RGB values are written in the respective positions in the frame buffer corresponding to the amounts of shift to overwrite an image. As shown in Figure 7, the point whose coordinates are (1.6, 1.3) is written in the pixel (1, 1) at the first image drawing (Figure 7(A)), written in the pixel (2, 1) at the second image drawing (Figure 7(B)), written in the pixel (2, 1) at the third image drawing (Figure 7(C)), and written in the pixel (1, 1) at the fourth drawing (Figure 7(D)).

本発明は、エイリアシングを低減することを目的とする。

各画素のRGB値をフレームバッファに描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量が設定され、その複数のずらし量に対応する、フレームバッファの位置それぞれに、RGB値を描画することにより、画像が重ね書きされる。即ち、これにより、例えば、座標(1.6, 1.3)にある点は、第7図に示すように、1回目の描画では、画素(1, 1)に書き込まれ(第7図(A))、2回目の描画では、画素(2, 1)に書き込まれ(第7図(B))、3回目の描画では、画素(2, 1)に書き込まれ(第7図(C))、4回目の描画では、画素(1, 1)に書き込まれる(第7図(D))。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロベニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE ギルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ギンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア		TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NO ノルウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュージーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェコ	KG キルギスタン		
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書

描画装置および描画方法、並びに提供媒体

5 技術分野

本発明は、描画装置および描画方法、並びに提供媒体に関し、特に、例えば、コンピュータを用いた映像機器である3次元グラフィックコンピュータや、特殊効果装置（エフェクタ）、ビデオゲーム機などにおいて、高画質の画像を表示することができるようにする描画装置および描画方法、並びに提供媒体に関する。

10 法、並びに提供媒体に関する。

背景技術

- プロセッサやメモリなどの高集積化、高速化等に伴い、従来は困難であった3次元画像のリアルタイム生成が可能となり、これにより、例えば、ビデオゲーム機などにおいては、臨場感のある3次元画像の表示が可能となっている。なお、3次元画像を表示する場合においては、多くの場合、その3次元画像を複数のポリゴン（単位図形）に分解し、これらのポリゴンそれぞれを描画することで、3次元画像全体を描画するようになされている。従って、このようにして描画される3次元画像は、
- 20 ポリゴンの組合せにより定義されているといことができる。

- ところで、例えば、3次元画像の表示は、それを構成するポリゴンのデータについて、座標変換や、クリッピング（Clipping）処理、ライティング（Lighting）処理等のジオメトリ（Geometry）処理を施し、その処理の結果得られるデータを透視投影変換することにより、3次元空間
- 25 上のデータを2次元平面上の画素データにして、それを描画することで行われるが、その描画の際には、それまで、浮動小数点または固定小数

- 点で表されていたポリゴンの位置が、それを画面上の固定の位置にある画素に対応させるのに整数化されるため、エイリアシング (aliasing) が生じ、ジャギー (jaggy) と呼ばれる階段状のギザギザが発生することにより、例えば、ビデオカメラで撮影した画像などよりも、画質が低下する課題があった。

- さらに、3次元画像が動画像である場合には、エイリアシングは、画像のちらつきとなって現れ、それを見ているユーザに煩わしさを感じさせる課題があった
- ここで、エイリアシングは、画像に限られず、信号を、有限個の点でサンプリングするとき、そのサンプリングする点の数が少なすぎることに起因して発生するサンプリング誤差である。

- エイリアシングによる画質の低下を低減する方法としては、例えば、1画素を、より細かいサブピクセルと呼ばれる単位に仮想的に分割し、そのサブピクセル単位で、レイトレーシングの計算などを行った後に、その計算結果を、1画素単位で平均化するものがあるが、レイトレーシングの計算には、かなりの時間を要するため、プロセッサやメモリなどのハードウェアの高速化が進んだといっても、動画像について、リアルタイムで、上述のようなレイトレーシングの計算を行うのは、いまのところ困難である。即ち、動画像は、一般に、1秒間あたり、20乃至30フレーム程度で構成されるが、現状では、ある程度廉価なハードウェアによって、レイトレーシングの計算を、1秒間あたりに、サブピクセル単位で、20乃至30回も行うのは困難である。

- また、高解像度の画像を生成し、それをフィルタリングして画素数を減らすことで、アンチエイリアシングを行う (エイリアシングによる画質の低下を低減する) 方法もあるが、この方法により、動画像を表示する場合には、高解像度の画像を記憶するための大容量かつ高速なフレー

ムバッファやZバッファが必要となり、装置が高コスト化および大型化する。

- さらに、アンチエイリアシングを施すその他の方法としては、例えば、ある図形を表示する場合に、画素の中を、図形が占める割合を求め、その割合に基づいて、図形と背景とを、いわゆる α ブレンディング（アルファブレンディング）する方法がある。しかしながら、この方法によれば、図形のエッジについては、アンチエイリアシングが施されるが、図形に貼り付けられるテクスチャのちらつきや、3次元形状どおしが交わっている部分（交線）（例えば、2つの球のうちの一方が他方にめり込んでいる場合の、その2つの球が交わっている部分）に生じるエイリアシングなどには効果がない。

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、装置の高コスト化や大型化を極力避けて、エイリアシングに起因する画質の低下を低減することができるようにするものである。

発明の開示

- 請求の範囲第1項に記載の描画装置は、画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定手段と、画素データ記憶手段における、ずらし量設定手段により設定された複数のずらし量に対応する位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きする描画手段とを備えることを特徴とする。

- 請求の範囲第43項に記載の描画方法は、画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定ステップと、その複数のずらし量に対応する、画素データ記憶手段の位置それぞれに、画素デー

タを描画することにより、画像を重ね書きする描画ステップとを備えることを特徴とする。

- 請求の範囲第 7 5 項に記載の提供媒体は、画素データを、メモリに描画するときの描画位置を、1 画素より細かい精度でずらすための複数の
- 5 ずらし量を設定するずらし量設定ステップと、その複数のずらし量に対応する、メモリの位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きする描画ステップとを備えるコンピュータプログラムを提供することを特徴とする。

- 請求の範囲第 1 項に記載の描画装置においては、ずらし量設定手段は、
- 10 画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1 画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定し、描画手段は、画素データ記憶手段における、ずらし量設定手段により設定された複数のずらし量に対応する位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きするようになされている。

- 15 請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方法においては、画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1 画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定し、その複数のずらし量に対応する、画素データ記憶手段の位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きするようになされている。

- 20 請求の範囲第 7 5 項に記載の提供媒体においては、画素データを、メモリに描画するときの描画位置を、1 画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定し、その複数のずらし量に対応する、メモリの位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きする処理をコンピュータに行わせるためのコンピュータプログラムを提供
- 25 するようになされている。

図面の簡単な説明

- 第 1 図は、本発明を適用したビデオゲーム機の一実施の形態の構成例を示す平面図である。
- 第 2 図は、第 1 図のビデオゲーム機の正面図である。
- 5 第 3 図は、第 1 図のビデオゲーム機の側面図である。
- 第 4 図は、CD-ROM 51 を示す平面図である。
- 第 5 図は、第 1 図のゲーム機本体 2 の電氣的構成例を示すブロック図である。
- 第 6 図は、第 5 図のグラフィックメモリ 118 の詳細構成例を示すブ
10 ロック図である。
- 第 7 図は、点の重ね書きを説明するための図である。
- 第 8 図は、点の重ね書き結果を示す図である。
- 第 9 図は、 2×2 のサブピクセルで構成される画素を示す図である。
- 第 10 図は、点を、重ね書きせずに、1 回で描画したときの描画結果
15 を示す図である。
- 第 11 図は、点の重ね書きを説明するための図である。
- 第 12 図は、点の重ね書き結果を示す図である。
- 第 13 図は、描画対象の点の位置と、重ね書き結果との関係を説明する
ための図である。
- 20 第 14 図は、直線の重ね書きを説明するための図である。
- 第 15 図は、直線の重ね書き結果を示す図である。
- 第 16 図は、直線の重ね書きを説明するための図である。
- 第 17 図は、直線の重ね書き結果を示す図である。
- 第 18 図は、第 5 図のゲーム機本体 2 におけるポリゴンの描画処理を
25 説明するためのフローチャートである。
- 第 19 図は、視点に近いポリゴンから順に、描画を行う理由を説明す

るための図である。

第20図は、視点に遠いポリゴンから順に、描画を行った場合を説明するための図である。

- 第21図は、視点に近いポリゴンから順に、描画を行った場合を説明
5 するための図である。

第22図は、第18図のステップS14の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

- 10 以下に、本発明の実施の形態を説明するが、その前に、請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態（但し、一例）を付加して、本発明の特徴を記述すると、次のようになる。

- 即ち、請求の範囲第1項に記載の描画装置は、画像を描画する描画装
15 置であって、画像を出力する2次元出力装置に出力させる画素データを記憶する画素データ記憶手段（例えば、第6図に示すフレームバッファ141など）と、画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定手段と（例えば、第18図に示すプログラムの処理
20 ステップS6など）、画素データ記憶手段における、ずらし量設定手段により設定された複数のずらし量に対応する位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きする描画手段（例えば、第18図に示すプログラムの処理ステップS14など）とを備えることを特徴とする。
- 25 請求の範囲第3、14、25、および35項に記載の描画装置は、描画手段が画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定手段（例

例えば、第 18 図に示すプログラムの処理ステップ S 5 など) をさらに備えることを特徴とする。

- 請求の範囲第 4, 15, 26、および 36 項に記載の描画装置は、描画手段が、1 画面分の画素データを、画素データ記憶手段に描画するの
5 にかかる描画時間を推定する推定手段(例えば、第 18 図に示すプログラムの処理ステップ S 4 など) をさらに備え、回数決定手段が、推定手段により推定された描画時間に基づいて、重ね書き回数を決定することを特徴とする。

- 請求の範囲第 6, 17, 28、および 38 項に記載の描画装置は、画像が動画像である場合において、動画像の動きに基づいて、ずらし量を補正する補正手段(例えば、第 18 図に示すプログラムの処理ステップ S 10 など) をさらに備えることを特徴とする。

- 請求の範囲第 8 および 19 に記載の描画装置は、画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像である場合において、単位図形を、
15 その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段(例えば、第 18 図に示すプログラムの処理ステップ S 7 など) をさらに備え、描画手段が、単位図形を、視点に近いものから順に描画することを特徴とする。

- 請求の範囲第 12 項に記載の描画装置は、所定の入力を与えるときに操作される操作手段(例えば、第 1 図に示す操作装置 17 など)と、記録媒体に記録されているデータを読み込み、そのデータを用いて、操作手段からの入力に基づき、所定の演算を行う演算手段(例えば、第 5 図に示すメイン CPU 111 など)と、演算手段による演算結果に基づいて、画素データを求める画素データ生成手段(例えば、第 5 図に示す GPU 115 など)とをさらに備えることを特徴とする。

- 25 請求の範囲第 23 項に記載の描画装置は、画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像である場合において、視点に応じて、3 次

元画像を構成する単位図形を、2次元出力装置の座標系のものに変換する変換手段（例えば、第5図に示すメインCPU111など）と、変換手段によって変換された単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段（例えば、第18図に示すプログラムの処理ステップS7など）と、単位図形の奥行き方向の位置を表す値を記憶する奥行き記憶手段（例えば、第6図に示すZバッファ142など）とをさらに備え、描画手段が、単位図形を、視点に近いものから順に、奥行き記憶手段を用いて描画することを特徴とする。

請求の範囲第33項に記載の描画装置は、画像が、単位図形の組合せにより定義される3次元画像である場合において、所定の入力を与えるときに操作される操作手段（例えば、第1図に示す操作装置17など）と、記録媒体に記録されているデータを読み込み、そのデータを用いて、操作手段からの入力に基づき、所定の演算を行う演算手段（例えば、第5図に示すメインCPU111など）と、演算手段による演算の結果得られる単位図形を、2次元出力装置の座標系のものに変換する変換手段（例えば、第5図に示すメインCPU111など）と、変換手段によって変換された単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段（例えば、第18図に示すプログラムの処理ステップS7など）と、単位図形の奥行き方向の位置を表す値を記憶する奥行き記憶手段（例えば、第6図に示すZバッファ142など）とをさらに備え、描画手段が、単位図形を、視点に近いものから順に、奥行き記憶手段を用いて描画することを特徴とする。

なお、勿論この記載は、各手段を上記したものに限定することを意味するものではない。

第1図は、本発明を適用したビデオゲーム機の一実施の形態の構成を示す平面図である。なお、第2図に、その正面図（第1図において、下

方向から見た図)を、第3図に、その右側面の側面図(第1図において、向かって右方向から見た側面図)を、それぞれ示す。

ビデオゲーム機は、ゲーム機本体2、このゲーム機本体2と接続される略四角形状をなした接続端子部26を備えた操作装置17、および同
5 じくゲーム機本体2と接続される記録装置38とから構成されている。

ゲーム機本体2は、略四角形状に形成され、その中央の位置に、ゲームを行うためのコンピュータプログラム(後述するレンダリング(描画)処理を行うためのプログラムを含む)やデータが記録されたゲーム用記録媒体を装着するディスク装着部3が設けられている。なお、本実施の
10 形態では、ディスク装着部3には、例えば、第4図に示すようなCD(Compact Disk)－ROM(Read Only Memory)51がゲーム用記録媒体として着脱可能になされている。但し、ゲーム用記録媒体は、ディスクに限定されるものではない。

ディスク装着部3の左側には、ゲームをリセットするときなどに操作
15 されるリセットスイッチ4と、電源のオン／オフをするときに操作される電源スイッチ5とが設けられており、その右側には、ディスク装着部3を開閉するときに操作されるディスク操作スイッチ6が設けられている。さらに、ゲーム機本体2の正面には、操作装置17および記録装置38を1組として接続することのできる接続部7A、7Bが設けられて
20 いる。なお、本実施の形態では、2組の操作装置17および記録装置38を接続することができるように、接続部7A、7Bが設けられているが、接続部は、2組以外の組数の操作装置17および記録装置38を接続することができる数だけ設けるようにすることが可能である。また、接続部7Aまたは7Bに対して、操作装置17および記録装置38の接
25 続数を拡張するようなアダプタを装着することにより、多数の操作装置および記録装置を接続するようにすることも可能である。

接続部 7 A, 7 B は、第 2 図および第 3 図に示すように、2 段に形成され、上段には記録装置 3 8 と接続する記録挿入部 8 を設け、下段には操作装置 1 7 の接続端子部 2 6 と接続する接続端子挿入部 1 2 を設けた構造となっている。

- 5 記録挿入部 8 の挿入孔は、横方向に長い長方形状に形成し、その下側の両端のコーナーを上側の両端のコーナーに比べて丸みを多くして、記録装置 3 8 が逆に挿入できない構造となっている。さらに、記録挿入部 8 には、内部の電氣的接続を得る接続端子（図示せず）を保護するためのシャッタ 9 が設けられている。
- 10 シャッタ 9 は、例えば、コイルねじりバネ状に形成されたスプリングなどの弾性体（図示せず）により常時外側に向けて付勢された状態で取り付けられている。従って、シャッタ 9 は、記録装置 3 8 を差し込む時には記録装置 3 8 を挿入する先端側で奥側に開けられ、記録装置 3 8 を抜いた時には弾性体の付勢力により戻され、自動的に閉じた状態とな
- 15 て、内部の接続端子の防埃の役目をし、さらに外部の衝撃から守る役目をする。

- 接続端子挿入部 1 2 は、第 2 図および第 3 図に示すように、横方向に長い長方形状をした挿入孔の下側の両端のコーナーを上側の両端のコーナーに比べて丸みを多くした形状にして操作装置 1 7 の接続端子部 2 6
- 20 が逆に入らない構造であり、且つ記録装置 3 8 も入らないように挿入孔の形状を異にした構造となっている。このようにして、記録装置 3 8 と操作装置 1 7 の挿入孔の大きさ及び形状を異にして互いに入れ間違いないようにした構造となっている。

- 操作装置 1 7 は、第 1 図に示すように、両手の掌で挟持して 5 本の指
- 25 が自由自在に動いて操作できる構造をしており、左右対象に連設した丸型形状に形成された第 1 及び第 2 の操作部 1 8, 1 9、この第 1 及び第

2の操作部18, 19から角状に突出形成した第1及び第2の支持部20, 21、第1及び第2の操作部18, 19の中間位置の括れた部分に設けたセレクトスイッチ22およびスタートスイッチ23、第1及び第2の操作部18, 19の前面側に突出形成した第3及び第4の操作部24, 25、並びにゲーム機本体2と電氣的に接続するための接続端子部26およびケーブル27から構成されている。

尚、操作装置17は、接続端子部26およびケーブル27を介さずに、例えば赤外線などによって、ゲーム機本体2と電氣的に接続されるような構成とすることもできる。

- 10 また、操作装置17には、それ自体を振動させるための、例えば、モータなどを内蔵させることができる。操作装置17を、ゲームの場面に
応じて振動させることにより、ユーザに対して、より臨場感を与えることが可能となる。なお、操作装置17に内蔵させるモータとしては、回転数の異なる複数のモータを採用することができる。この場合、ゲーム
15 の場合に適した小さな振動や大きな振動、さらには、それらを組み合わせた振動を、ユーザに享受させることが可能となる。

接続端子部26は、ゲーム機本体2と電氣的接続をするためのケーブル27の先端に取り付けられており、第3図に示すように、その左右の両側面には、凹凸状のある形状にして、いわゆるギザギザ模様にした滑
20 り止め加工（例えば、ローレット加工など）が施されている把持部が設けられている。なお、接続端子部26に設けられた把持部は、いわゆる抜き差し部を形成し、その大きさ、即ち、その幅Wと長さLは、例えば、後述する記録装置38の把持部と同一とされている。

記録装置38は、例えばフラッシュメモリなどの不揮発性メモリを内
25 蔵しており、その両側面には、例えば、接続端子部26における場合と同様に構成される把持部（第3図）が設けられ、ゲーム機本体2に対し、

容易に着脱することができるようになされている。なお、記録装置 3 8
には、例えば、ゲームを一時的に中断する場合に、そのときの状態が記憶（記録）されるようになされており、これにより、再起動の際に、そこからデータを読み出すことで、そのデータに対応した状態、即ち、中断時の状態から、ゲームを再開することができるようになされている。

以上のように構成されるビデオゲーム機によりゲームを行う場合においては、ユーザは、例えば、操作装置 1 7 を、ゲーム機本体 2 に接続し、さらに、必要に応じて、記録装置 3 8 も、ゲーム機本体 2 に接続する。また、ユーザは、ディスク操作スイッチ 6 を操作することにより、ゲーム用記録媒体としての C D - R O M 5 1 を、ディスク装着部 3 にセットし、電源スイッチ 5 を操作することにより、ゲーム機本体 2 の電源をオンにする。これにより、ゲーム機本体 2 においては、ゲームのための画像および音声再生されるので、ユーザは、操作装置 1 7 を操作することによりゲームを行う。

次に、第 5 図は、第 1 図のゲーム機本体 2 の電氣的構成例を示している。

このゲーム機本体 2 は、各ブロックにおいてデータをやりとりするためのバスとして、メインバス 1 0 1 およびサブバス 1 0 2 の 2 種類のバスを有しており、このメインバス 1 0 1 とサブバス 1 0 2 とは、バスコントローラ 1 1 6 を介して接続されている。

メインバス 1 0 1 には、バスコントローラ 1 1 6 の他、例えばマイクロプロセッサなどからなるメイン CPU (Central Processing Unit) 1 1 1、例えば RAM (Random Access Memory) などとなるメインメモリ 1 1 2、メイン DMA C (Direct Memory Access Controller) 1 1 3、M D E C (MPEG (Moving Picture Experts Group) Decoder)、および GPU (Graphic Processor Unit) 1 1 5 が接続されている。

サブバス 102 には、バスコントローラ 116 の他、GPU 115、例えばメイン CPU 111 と同様に構成されるサブ CPU 121、例えばメインメモリ 112 と同様に構成されるサブメモリ 122、サブ DMA 123、オペレーティングシステムなどが格納された ROM (Read Only Memory) 124、SPU (Sound Processing Unit) 125、ATM (Asynchronous Transmission Mode) 通信部 126、補助記憶装置 127、および入力デバイス用 I/F (Interface) 128 が接続されている。

なお、ここでは、メインバス 101 では、高速でデータのやりとりが行われるようになされており、サブバス 102 では、低速でデータのやりとりが行われるようになされている。即ち、低速でやりとりが可能なデータについては、サブバス 102 を用いることで、メインバス 101 の高速性を確保するようになされている。

バスコントローラ 116 は、メインバス 101 とサブバス 102 とを切り離したり、メインバス 101 にサブバス 102 を接続したりするようになされている。メインバス 101 とサブバス 102 とが切り離された場合、メインバス 101 上からは、メインバス 101 に接続されたデバイスのみにしかアクセスできず、また、サブバス 102 上からも、サブバスに接続されたデバイスのみにしかアクセスすることができないが、メインバス 101 にサブバス 102 が接続された場合には、メインバス 101 およびサブバス 102 のいずれからであっても、いずれのデバイスにもアクセスすることができる。なお、例えば、装置の電源がオンにされた直後などの初期状態においては、バスコントローラ 116 はオープン状態になっている (メインバス 101 とサブバス 102 とが接続された状態となっている)。

メイン CPU 111 は、メインメモリ 112 に記憶されたプログラム

- にしたがって各種の処理を行うようになされている。即ち、メインCPU 111は、例えば、装置が起動されると、バスコントローラ 116を介して、サブバス 102上にある（サブバス 102に接続された）ROM 124からブートプログラムを読み出して実行する。これにより、
- 5 メインCPU 111は、補助記憶装置 127からアプリケーションプログラム（ここでは、ゲームのプログラムや後述するような描画処理を行うためのプログラム）および必要なデータを、メインメモリ 112やサブメモリ 112にロードさせる。そして、メインCPU 111は、このようにしてメインメモリ 112にロードさせたプログラムを実行する。
- 10 メインCPU 111は、GTE (Geometry Transfer Engine) 117を内蔵しており、このGTE 117は、例えば複数の演算を並列に実行する並列演算機構を備え、メインCPU 111からの要求に応じて、座標変換や、光源計算、行列演算、ベクトル演算などのジオメトリ処理のための演算処理を高速に行うようになされている。このように、GTE
- 15 117は、メインCPU 111からの要求にしたがった処理（ジオメトリ処理）を行うことにより、表示すべき3次元画像を構成するポリゴン（本明細書中では、3点以上の頂点を有する多角形の他、直線（線分）や点も含まれるものとする）のデータ（以下、適宜、ポリゴンデータという）を生成し、メインCPU 111に供給する。メインCPU 111
- 20 は、GTE 117からポリゴンデータを受信すると、それを透視投影変換することにより、2次元平面上のデータとして、メインバス 101を介して、GPU 115に転送する。

- なお、メインCPU 111は、キャッシュメモリ (Cache) 119を内蔵しており、メインメモリ 112にアクセスする代わりに、このキャッシュメモリ 119にアクセスすることで、処理の高速化を図るようにな
- 25 されている。

メインメモリ 112 は、上述したように、プログラムなどを記憶する他、メイン CPU 111 の処理に必要なデータなどを記憶するようにもなされている。メイン DMA C 113 は、メインバス 101 上のデバイスを対象に、DMA 転送の制御を行うようになされている。但し、バス

5 コントローラ 116 がオープン状態にあるときは、メイン DMA C 113 は、サブバス 102 上のデバイスをも対象として制御を行うようになされている。MDEC 114 は、メイン CPU 111 と並列に動作可能な I/O デバイスで、画像伸張エンジンとして機能するようになされている。即ち、MDEC 114 は、MDEC 符号化されて圧縮された画像

10 データを復号化するようになされている。

GPU 115 は、レンダリングプロセッサとして機能するようになされている。即ち、GPU 115 は、メイン CPU 111 から送信されてくるポリゴンデータを受信し、そのポリゴンデータのうちの、例えば、ポリゴンの頂点の色データと奥行き（視点からの深さ）を示す Z 値など

15 に基づいて、ポリゴンを構成する画素データを計算し、グラフィックメモリ 118 に書き込む（描画する）レンダリング処理を行うようになされている。さらに、GPU 115 は、グラフィックメモリ 118 に書き込んだ画素データを読み出し、ビデオ信号として出力するようになされている。なお、GPU 115 は、必要に応じて、メイン DMA C 11

20 3、あるいはサブバス 102 上のデバイスからもポリゴンデータを受信し、そのポリゴンデータにしたがってレンダリング処理を行うようになされている。

グラフィックメモリ 118 は、例えば、DRAM などで構成され、第 6 図に示すように、フレームメモリ 141、Z バッファ 142、および

25 テクスチャメモリ 143 を有している。フレームメモリ 141 は、画面に表示する画素データを、例えば、1 フレーム分だけ記憶するようにな

されている。Zバッファ142は、画面に表示する画像の中の最も手前にあるポリゴンのZ値を記憶するようになされており、例えば、1フレーム分のZ値を記憶することのできる記憶容量を有している。テクスチャメモリ143は、ポリゴンに貼り付けるテクスチャのデータを記憶するようになされている。

ここで、GPU115は、これらのフレームメモリ141、Zバッファ142、およびテクスチャメモリ143を用いてレンダリング処理を行うようになされている。即ち、GPU115は、Zバッファ142に、3次元画像を構成するポリゴンのうちの、最も手前にあるもののZ値を記憶させ、このZバッファ142の記憶値に基づいて、フレームバッファ141に、画素データの描画を行うかどうかを決定する。そして、画素データを描画する場合には、テクスチャメモリ143からテクスチャのデータを読み出し、そのデータを用いて、描画すべき画素データを求めて、フレームメモリ141に描画するようになされている。

なお、GPU115は、ポリゴンを、その奥行き方向順に並べ替えるZソートを行うようにもなされており、ここでは、レンダリングは、手前にあるポリゴンから順に行うようになされている。

第5図に戻り、サブCPU121は、サブメモリ122に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各種の処理を行うようになされている。サブメモリ122には、メインメモリ112と同様に、プログラムや必要なデータが記憶されるようになされている。サブDMAC123は、サブバス102上のデバイスを対象として、DMA転送の制御を行うようになされている。なお、サブDMAC123は、バスコントローラ116がクローズ状態にあるとき（メインバス101とサブバス102とが切り離されている状態にあるとき）のみ、バス権を獲得するようになされている。ROM124は、上述したようにブートプ

プログラムや、オペレーティングシステムなどを記憶している。なお、ROM 124には、メインCPU 111およびサブCPU 121の両方のプログラムが記憶されている。また、ROM 124は、ここでは、アクセス速度の遅いものが用いられており、そのため、サブバス102上に設けられている。

SPU 125は、サブCPU 121またはサブDMAC 123から送信されてくるパケットを受信し、そのパケットに配置されているサウンドコマンドにしたがって、サウンドメモリ 129から音声データを読み出すようになされている。そして、SPU 125は、読み出した音声データを、図示せぬスピーカに供給して出力させるようになされている。

ATM通信部 126は、例えば、図示せぬ公衆回線などを介して行われる通信の制御（ATM通信の制御）を行うようになされている。これにより、ビデオゲーム機のユーザは、他のビデオゲーム機のユーザと直接、あるいはインターネットや、いわゆるパソコン通信のセンタ局などを介してデータのやりとりをすることで対戦することができるようになされている。

補助記憶装置 127は、例えば、ディスクドライブなどで、CD-ROM 51（第1図、第4図）に記憶されている情報（プログラム、データ）を再生するようになされている。また、補助記憶装置 127は、記憶装置 38（第1図）に対する情報の記録や読み出しも行うようになされている。入力デバイス用 I/F 128は、コントロールパッドとしての操作装置 17（第1図）の操作に対応する信号や、他の装置によって再生された画像や音声などの外部入力を受け付けるためのインターフェイスで、外部からの入力に応じた信号を、サブバス102上に出力するようになされている。サウンドメモリ 129は、音声データ（オーディオデータ）を記憶している。

- 以上のように構成されるゲーム機本体 2 においては、装置の電源がオンにされると、メイン CPU 111 において、ブートプログラムが ROM 124 から読み出されて実行されることにより、補助記憶装置 127 にセットされた CD-ROM 51 (第 4 図) からプログラムおよびデータが読み出され、メインメモリ 112 およびサブメモリ 122 に展開される。そして、メイン CPU 111 またはサブ CPU 121 それぞれにおいて、メインメモリ 112 またはサブメモリ 122 に展開されたプログラムが実行されることにより、ゲームの画像 (ここでは、動画像とする)、音声再生される。
- 10 即ち、例えば、メイン CPU 111 において、メインメモリ 112 に記憶されたデータにしたがって、所定の 3 次元画像を構成するポリゴンを描画するためのポリゴンデータが生成される。このポリゴンデータは、例えば、バケット化され、メインバス 101 を介して、GPU 115 に供給される。
- 15 GPU 115 は、メイン CPU 111 からバケットを受信すると、Z ソートを行い、手前にあるポリゴンから順に、Z バッファ 142 を使用して、フレームメモリ 141 に描画する。フレームメモリ 141 に対する描画結果は、GPU 115 において適宜読み出され、ビデオ信号として出力される。これにより、ゲームのための 3 次元画像が、2 次元出力装置としての、例えば、図示せぬディスプレイ上の 2 次元画面に表示される。
- 20 一方、サブ CPU 121 では、サブメモリ 122 に記憶されたデータにしたがって、音声の生成を指示するサウンドコマンドが生成される。このサウンドコマンドは、バケット化され、サブバス 102 を介して、SPU 125 に供給される。SPU 125 は、サブ CPU 121 からのサウンドコマンドにしたがって、サウンドメモリ 129 から音声データ

を読み出して出力する。これにより、ゲームのBGM(Background Music)その他の音声が出力される。

次に、第5図のゲーム機本体2において行われるポリゴンのレンダリング(描画)処理について詳述する。

- 5 ゲーム機本体2のGPU115では、上述したように、フレームバッファ141に対して、ポリゴンの画素データが描画されるが、その際、画素データの描画位置を、1画素より細かい精度である、例えば、サブピクセル精度などでずらすための複数のずらし量が設定され、その複数のずらし量に対応する、フレームバッファ141の位置(メモリセル)
- 10 それぞれに、画素データが描画されるようになされており、これにより、ポリゴン、さらには、ポリゴンで構成される3次元画像が重ね書きされるようになされている。

- 即ち、例えば、いま、3次元空間上での座標が、(x, y, z)で与えられた点の描画を行うものとする、メインCPU111において、こ
- 15 の点(x, y, z)は、視点の情報などに基づいて、ジオメトリ処理され、さらに、透視変換されることにより、2次元平面である画面座標系(3次元画像を表示するディスプレイの画面に対応する座標系)上の点(X, Y, Z)に変換される。なお、x, y, z, X, Y, Zは、浮動小数点または固定小数点で表現される値である。また、画面座標系上の
- 20 点(X, Y, Z)を表すZは、その点の、視点からの奥行き方向の位置を表す。

- さらに、GPU115は、点(X, Y, Z)における点の色情報としてのR, G, B信号(Ri, Gi, Bi)その他を、視点や、光源、テクスチャなどから求める。なお、Ri, Gi, Biにおけるiは、整数
- 25 値であることを表し、本実施の形態では、Ri, Gi, Biは、例えば、それぞれ8ビットで表現され、従って、0乃至255の範囲の値をとる。

そして、例えば、いま、重ね書き回数を4回とするとともに、第7図
に示すように、1画素の横および縦を、いずれも4等分することにより、
1画素について、 $16 (= 4 \times 4)$ 個のサブピクセルが想定されている
とすると、GPU115は、点(X, Y, Z)の1乃至4回目の描画時
5 における、画面座標系での描画位置のずらし量(dX, dY)それぞれ
を、例えば、サブピクセルの2倍(ここでは、1画素の $1/2$)の精度
である(0.0, 0.0), (0.5, 0.0), (0.5, 0.5), (0.
0, 0.5)に設定する。なお、第7図(後述する第8図乃至第17図
においても同様)においては、右方向または上方向が、それぞれX軸ま
10 たはY軸(の正方向)とされている。

その後、CPU115は、そのずらし量(dX, dY)にしたがって、
描画位置をずらして、点の描画を行う。

即ち、1回目の描画においては、GPU115は、点(X, Y, Z)
を、(0.0, 0.0)だけずらし、そのずらした点(X, Y, Z)を、
15 サブピクセルの精度の点(Xs, Ys, Zs)に変換(以下、適宜、サ
ブピクセル精度化という)する。なお、Xs, Ys, Zsにおけるsは、
サブピクセル精度の値であることを表し、第7図では、1画素の横およ
び縦が、いずれも4等分されているから、サブピクセル精度は 0.25
($= 1/4$)となっている。即ち、第7図では、最も左下のサブピクセ
20 ルの座標を(0.0, 0.0)とし、左または右にいくにつれて、サブ
ピクセルの座標は、 0.25 ずつ増加するようになっている。

そして、点(Xs, Ys, Zs)に対応するサブピクセルを含む画素
の位置に、点(Xs, Ys, Zs)に対応する色情報(Ri, Gi, B
i)を書き込む。なお、色情報(画素データ)は、重ね書き回数で除算
25 された値が書き込まれる。具体的には、ここでは、重ね書き回数が4回
であるから、色情報としては、 $(Ri/4, Gi/4, Bi/4)$ が書き

込まれる。

- ここで、例えば、いま、描画対象の点 (X, Y, Z) の X または Y 座標が、それぞれ 1.6 または 1.3 であったとすると、1 回目の描画では、点 $(1.6, 1.3, Z)$ を、 $(0.0, 0.0)$ だけずらし、さらに、そのずらした点 $(1.6, 1.3, Z)$ (第7図(A)に●印で示す) をサブピクセル精度化した点 $(1.5, 1.25, Z_s)$ に対応するサブピクセルを含む画素の位置 $(1, 1)$ に対して、第7図(A)に示すように、本来書き込むべき色情報の $1/4$ の色情報(同図(A)において、垂直方向の点線で示す部分)が書き込まれる。
- 2 回目の描画においては、 $GPU15$ は、点 (X, Y, Z) を、 $(0.5, 0.0)$ だけずらし、そのずらした点を、点 (X_s, Y_s, Z_s) にサブピクセル精度化する。そして、点 (X_s, Y_s, Z_s) に対応するサブピクセルを含む画素の位置に、色情報 (R_i, G_i, B_i) を $1/4$ にしたものが重ね書きされる。
- 即ち、上述したように、例えば、いま、描画対象の点 (X, Y, Z) の X または Y 座標が、それぞれ 1.6 または 1.3 であったとすると、2 回目の描画では、点 $(1.6, 1.3, Z)$ を、 $(0.5, 0.0)$ だけずらし、さらに、そのずらした点 $(2.1, 1.3, Z)$ (第7図(B)に●印で示す) をサブピクセル精度化した点 $(2.0, 1.25, Z_s)$ に対応するサブピクセルを含む画素 $(2, 1)$ の位置に対して、第7図(B)に示すように、本来書き込むべき色情報の $1/4$ の色情報(同図(B)において、水平方向の点線で示す部分)が重ね書きされる。具体的には、画素 $(2, 1)$ に、既に書き込まれている色情報に対して、本来書き込むべき色情報の $1/4$ が加算され、その加算値が、画素 $(2, 1)$ に書き込まれる。

3 回目および 4 回目の描画も、同様に行われる。即ち、例えば、

- いま、描画対象の点 (X, Y, Z) の X または Y 座標が、それぞれ 1.6 または 1.3 であったとすると、3 回目の描画では、点 (1.6, 1.3, Z) を、(0.5, 0.5) だけずらし、さらに、そのずらした点 (2.1, 1.8, Z) (第 7 図 (C) に●印で示す) をサブピクセル精度化した点 (2.0, 1.75, Zs) に対応するサブピクセルを含む画素 (2, 1) の位置に対して、第 7 図 (C) に示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報 (同図 (C) において、右上がりの点線で示す部分) が重ね書きされる。具体的には、画素 (2, 1) に、既に書き込まれている色情報に対して、本来書き込むべき色情報の 1/4 が加算され、その加算値が、画素 (2, 1) に書き込まれる。

- そして、4 回目の描画では、点 (1.6, 1.3, Z) を、(0.5, 0.5) だけずらし、さらに、そのずらした点 (1.6, 1.8, Z) (第 7 図 (D) に●印で示す) をサブピクセル精度化した点 (1.5, 1.75, Zs) に対応するサブピクセルを含む画素 (1, 1) の位置に対して、第 7 図 (D) に示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報 (同図 (D) において、左上がりの点線で示す部分) が重ね書きされる。具体的には、画素 (1, 1) に、既に書き込まれている色情報に対して、本来書き込むべき色情報の 1/4 が加算され、その加算値が、画素 (1, 1) に書き込まれる。

- 20 以上により、点 (1.6, 1.3, Z) の描画結果 (重ね書き結果) は、第 8 図に示すようになる。

以上のように重ね書きを行うことで、解像度を、実質的に 4 倍にすることができ、その結果、アンチエイリアシングを行うことができる。

- 25 なお、重ね書きを行う場合において、4 回の描画それぞれにおけるずらし量 (dX, dY) を、上述したように、(0.0, 0.0), (0.5, 0.0), (0.5, 0.5), (0.0, 0.5) としたときには、描画

された点の位置が、本来の位置よりも右上方向に移動することがあるので、ずらし量 (dX , dY) は、そのような移動が生じないように、例えば、 $(-0.25, -0.25)$, $(0.25, -0.25)$, $(0.25, 0.25)$, $(-0.25, 0.25)$ などとする (ずらし量 dX または dY の平均値が、いずれも 0 となるようにする) ことも可能である。

次に、第 7 図および第 8 図では、1 画素について、16 個のサブピクセルを想定したが、その他、例えば、第 9 図に示すように、1 画素の横および縦を、いずれも 2 等分することにより、1 画素について、4 ($= 2 \times 2$) 個のサブピクセルを想定した場合でも、同様の重ね書きが可能である。

即ち、例えば、点 $(1.6, 2.2, Z)$ を描画する場合においては (以下では、適宜、 Z 座標を省略する)、従来は、第 10 図に示すように、点 $(1.6, 2.2)$ が、サブピクセル精度化され、第 10 図に●印で示すように点 $(1.5, 2.0)$ とされる。そして、点 $(1.5, 2.0)$ に対応するサブピクセルを含む画素の位置 $(1, 2)$ に対して、第 10 図に斜線を付して示すように、本来書き込むべき色情報が書き込まれる。

これに対して、第 5 図のゲーム機本体 2 では、GPU 115 において、まず 1 乃至 4 回目の描画時における、画面座標系での描画位置のずらし量 (dX , dY) として、例えば、サブピクセルの精度 (ここでは、1 画素の $1/2$ の精度) である $(0.0, 0.0)$, $(0.5, 0.0)$, $(0.0, 0.5)$, $(0.5, 0.5)$ がそれぞれ設定される。その後、1 回目の描画では、点 $(1.6, 2.2)$ が、 $(0.0, 0.0)$ だけずらされる。さらに、そのずらされた点 $(1.6, 2.2)$ が、サブピクセル精度化され、第 11 図 (A) に●印で示すように点 $(1.5, 2.0)$ とされる。そして、点 $(1.5, 2.0)$ に対応するサブピクセルを含

む画素の位置 (1, 2) に対して、第 11 図 (A) に垂直方向の点線で示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報が書き込まれる。

2 回目の描画では、点 (1.6, 2.2) が、(0.5, 0.0) だけずらされる。さらに、そのずらされた点 (2.1, 2.2) が、サブピクセル精度化され、第 11 図 (B) に●印で示すように点 (2.0, 2.0) とされる。そして、点 (2.0, 2.0) に対応するサブピクセルを含む画素の位置 (2, 2) に対して、第 11 図 (B) に水平方向の点線で示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報が重ね書きされる。

3 回目の描画では、点 (1.6, 2.2) が、(0.0, 0.5) だけずらされる。さらに、そのずらされた点 (1.6, 2.7) が、サブピクセル精度化され、第 11 図 (C) に●印で示すように点 (1.5, 2.5) とされる。そして、点 (1.5, 2.5) に対応するサブピクセルを含む画素の位置 (1, 2) に対して、第 11 図 (C) に右上がりの点線で示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報が重ね書きされる。

4 回目の描画では、点 (1.6, 2.2) が、(0.5, 0.5) だけずらされる。さらに、そのずらされた点 (2.1, 2.7) が、サブピクセル精度化され、第 11 図 (D) に●印で示すように点 (2.0, 2.5) とされる。そして、点 (2.0, 2.5) に対応するサブピクセルを含む画素の位置 (2, 2) に対して、第 11 図 (D) に左上がりの点線で示すように、本来書き込むべき色情報の 1/4 の色情報が重ね書きされる。

以上により、点 (1.6, 2.2) の描画結果は、第 12 図に点線で示すようになり、第 10 図と第 12 図とを比較して分かるように、重ね書きを行うことで、アンチエイリアシングの効果が得られる。

ここで、第7図における場合と、第11図における場合とでは、いずれも、ずらし量として、 $(0.0, 0.0)$, $(0.5, 0.0)$, $(0.0, 0.5)$, $(0.5, 0.5)$ を用いているが、4回の描画において用いるずらし量の順番が異なっている(第7図では、 $(0.0, 0.0)$, $(0.5, 0.0)$, $(0.5, 0.5)$, $(0.0, 0.5)$ の順で用いており、第11図では、 $(0.0, 0.0)$, $(0.5, 0.0)$, $(0.0, 0.5)$, $(0.5, 0.5)$ の順で用いている)。しかしながら、このずらし量を用いる順番は、重ね書きによる画質に影響を与えるものではない。

また、第7図における場合と、第11図における場合とでは、サブピクセルの精度が異なるが(第7図では、画素の $1/16$ の精度であり、第11図では画素の $1/4$ の精度である)、これも、重ね書きによる画質に影響を与えることはない(4回の重ね書きを行う場合に、サブピクセルの精度が $1/4$ か、または $1/16$ かは、あくまでも、「重ね書きによる」画質の向上に影響がないのであって、重ね書きを考えなければ、サブピクセルの精度が高い方が画質は良い)。

なお、上述のように、重ね書き回数を4回とし、その4回の描画時におけるずらし量を、 $(0.0, 0.0)$, $(0.5, 0.0)$, $(0.0, 0.5)$, $(0.5, 0.5)$ とした場合において、点 (X, Y) の X または Y 座標が、例えば、それぞれ 1.5 以上 2.0 未満または 2.5 以上 3.0 未満のときには、第13図(A)に示すように、1乃至4回目の描画によって、座標 $(1, 2)$, $(2, 2)$, $(1, 3)$, $(2, 3)$ で表される画素の描画がそれぞれ行われる。そして、4回の描画においては、いずれも、本来書き込むべき色情報の $1/4$ の色情報が重ね書きされるから、いま、輝度が8ビット(0乃至 255)で表され、点 (X, Y) の輝度が、最高値である 255 であるとする、座標 $(1, 2)$, $(2, 2)$, $(1, 3)$, $(2, 3)$ で表される画素の輝度は、いずれも、 255 の $1/4$ で

ある64となる(但し、ここでは、小数点以下を切り上げるものとする)。

- また、点(X, Y)のXまたはY座標が、例えば、それぞれ1.5以上2.0未満または2.0以上2.5未満のときには、第13図(B)に示すように、1乃至4回目の描画によって、座標(1, 2), (2, 2),
- 5 (1, 2), (2, 2)で表される画素の描画がそれぞれ行われる。そして、この場合においては、座標(1, 2)および(2, 2)で表される画素に対して、いずれも、本来書き込むべき色情報の1/4の色情報が2回ずつ重ね書きされるから、いま、輝度が8ビットで表され、点(X, Y)の輝度が、最高値である255であるとする、座標(1, 2)お
- 10 よび(2, 2)で表される画素の輝度は、いずれも、128となる。即ち、上述したことから、1回の描画は、64の輝度で行われるから、2回の描画が行われる画素の輝度は128(=64+64)となる。

- さらに、点(X, Y)のXまたはY座標が、例えば、それぞれ1.0以上1.5未満または2.5以上3.0未満のときには、第13図(C)に示すように、1乃至4回目の描画によって、座標(1, 2), (1, 3),
- 15 (1, 2), (1, 3)で表される画素の描画がそれぞれ行われる。そして、この場合においては、座標(1, 2)および(1, 3)で表される画素に対して、いずれも、本来書き込むべき色情報の1/4の色情報が2回ずつ重ね書きされるから、いま、輝度が8ビットで表され、点(X, Y)の輝度が、最高値である255であるとする、座標(1, 2)お
- 20 よび(1, 3)で表される画素の輝度は、第13図(B)における場合と同様に、いずれも、128となる。

- また、点(X, Y)のXまたはY座標が、例えば、それぞれ1.0以上1.5未満または2.0以上2.5未満のときには、第13図(D)に示すように、1乃至4回目の描画によって、いずれも、座標(1, 2)
- 25 で表される画素の描画が行われる。そして、この場合においては、座標

(1, 2) で表される画素に対して、いずれも、本来書き込むべき色情報の $1/4$ の色情報が 4 回重ね書きされるから、いま、輝度が 8 ビットで表され、点 (X, Y) の輝度が、最高値である 255 であるとする、座標 (1, 2) で表される画素の輝度は、255 となる。即ち、上述したことから、1 回の描画は、64 の輝度で行われるから、4 回の描画が行われた画素の輝度は、本来ならば、256 (= 64 + 64 + 64 + 64) となるが、ここでは、輝度の最高値が 255 とされているため、これを越える値である 256 は、最高値である 255 にクリッピングされる。

10 以上においては、点の描画について説明したが、次に、線分の描画について説明する。

いま、描画対象の線分の始点または終点を、それぞれ (x1, y1, z1) または (x2, y2, z2) と表す。なお、この始点および終点は、透視変換 (透視投影変換) 後の画面座標系上の点であるとする。

15 そして、例えば、いま、重ね書き回数を 4 回とするとともに、第 14 図に示すように、1 画素の横および縦を、いずれも 4 等分することにより、1 画素について、16 個のサブピクセルが想定されているとすると、GPU115 は、線分の 1 乃至 4 回目の描画時における、画面座標系での描画位置のずらし量 (dX, dY) を、例えば、サブピクセルの 2 倍
20 (ここでは、1 画素の $1/2$) の精度である (0.0, 0.0), (0.5, 0.0), (0.5, 0.5), (0.0, 0.5) にそれぞれ設定する。

その後、CPU115 は、そのずらし量 (dX, dY) にしたがって、描画位置をずらして、線分の描画を行う。

25 即ち、1 回目の描画においては、GPU115 は、始点 (x1, y1, z1) および (x2, y2, z2) を、いずれも、(0.0, 0.0) だ

けずらし、さらに、後述するDDA (Digital Differential Analyze) 演算によって、ずらした始点と終点との間を補間する、サブピクセル精度の点と、その点における色情報等を求める。そして、そのサブピクセル精度の点の集合を、点 ($X1s, Y1s, Z1s$) 乃至 (Xns, Yns, Zns) と表すと、それらの点 ($X1s, Y1s, Z1s$) 乃至 (Xns, Yns, Zns) に対応するサブピクセルを含む画素の位置に、色情報 (上述したように、本来の色情報の $1/4$ の色情報) が書き込まれる。

なお、ここでは、例えば、線分を構成するサブピクセル精度の点に対応するサブピクセルを、2以上含む画素が描画の対象とされ、さらに、描画対象の画素には、色情報として、例えば、その画素に含まれるサブピクセルの色情報の平均値 (の $1/4$) が書き込まれる。

2乃至4回目の描画も、ずらし量が、それぞれ ($0.5, 0.0$), ($0.5, 0.5$), ($0.0, 0.5$) とされることを除けば、1回目の描画における場合と同様に行われる。

ここで、いま、描画対象の線分の始点または終点が、例えば、それぞれ点 ($1.6, 1.3, z1$) または点 ($4.6, 4.3, z2$) であったとすると、1回目の描画では、第14図 (A) に垂直方向の点線で示す部分の画素の描画が、2回目の描画では、第14図 (B) に水平方向の点線で示す部分の画素の描画が、3回目の描画では、第14図 (C) に右上がりの点線で示す部分の画素の描画が、4回目の描画では、第14図 (D) に左上がりの点線で示す部分の画素の描画が、それぞれ行われる。その結果、線分の描画結果は、第15図に点線で示すようになる。

次に、第14図および第15図では、1画素について、16個のサブピクセルを想定したが、その他、例えば、第16図に示すように、1画素の横および縦を、いずれも2等分することにより、1画素について、

4個のサブピクセルを想定した場合でも、同様の重ね書きが可能である。

即ち、例えば、上述した場合と同様に、4回の重ね書きで、点(1.6, 1.3, z1)または点(4.6, 4.3, z2)をそれぞれ始点または終点とする線分を描画するときに、1乃至4回目の描画時における、画面座標系での描画位置のずらし量(dX, dY)として、例えば、サブピクセルの精度(ここでは、1画素の1/2の精度)である(0.0, 0.0), (0.5, 0.0), (0.0, 0.5), (0.5, 0.5)がそれぞれ設定されたとすると、1回目の描画では、第16図(A)に垂直方向の点線で示す部分の画素の描画が、2回目の描画では、第16図(B)に水平方向の点線で示す部分の画素の描画が、3回目の描画では、第16図(C)に右上がりの点線で示す部分の画素の描画が、4回目の描画では、第16図(D)に左上がりの点線で示す部分の画素の描画が、それぞれ行われる。

なお、ここでは、例えば、線分を構成するサブピクセル精度の点に対応するサブピクセルを、1以上含む画素が描画の対象とされ、さらに、そのようなサブピクセルを複数含む画素には、色情報として、例えば、その画素に含まれるサブピクセルの色情報の平均値(の1/4)が書き込まれるようになされている。

以上のような重ね書きによる線分の描画結果は、第17図(A)に点線で示すようになる。

これに対して、同様の線分の描画を、1回の描画で行った場合、その描画結果は、第17図(B)に斜線で示すようになる。第17図から明らかに、重ね書きを行うことで、エイリアシングは低減される。

次に、第1第8図のフローチャートを参照して、第5図のゲーム機本体2において行われるポリゴンの描画処理について、さらに説明する。なお、ここでは、ポリゴンの描画に必要な、その形状に関するデータや、

光源に関するデータなどは、例えば、メインCPU 111によって、既に、CD-ROM 51から読み出され、メインメモリ 112に記憶されているものとする。

描画処理では、まず最初に、ステップS1において、メインCPU 111は、例えば、1フレームの3次元画像を構成するポリゴンを描画するためのデータを、メインバス101を介して、メインメモリ 112から読み出し、GTE 111に供給する。GTE 111では、ステップS2において、3次元空間上の各ポリゴンに対して、視点に基づき、ジオメトリ処理が施され、さらに、ジオメトリ処理後のデータが透視変換される。ここで、視点は、例えば、ユーザが、操作装置17（第1図）を操作することにより与えられる。

その後、ステップS3に進み、メインCPU 111において、透視変換後の画面座標系におけるポリゴンについて、輝度計算やテクスチャアドレスの計算が行われることにより、ポリゴンデータが求められ、メインバス101を介して、GPU 115に供給される。

ここで、ポリゴンデータとしては、例えば、X, Y, Z, R, G, B, α , S, T, Q, Fなどがある。

ポリゴンデータX, Y, Z, R, G, B, α , S, T, Qのうち、X, Y, Zは、3角形のポリゴンの3頂点それぞれのX, Y, Z座標をそれぞれ表し、R, G, Bは、その3頂点それぞれにおける赤(Red)、緑(Green)、青(Blue)の輝度値を表している。

α は、これから描画しようとする画素のRGB値と、既に描画されている画素のRGB値とを α ブレンディングする場合の、そのブレンドの割合を表すブレンド(Blend)係数を表している。なお、 α は、例えば、0以上1以下の実数で、これから描画しようとしている画素の画素値(RGB値)を F_c とするとともに、既に描画されている画素の画素値を B_c

とするとき、これらの α ブレンディング結果としての画素値 C_c は、例えば、次式により与えられる。

$$C_c = \alpha F_c + (1 - \alpha) B_c$$

S, T, Qは、3角形のポリゴンの3頂点それぞれにおけるテクスチャ座標（テクスチャについての同次座標）を表す。即ち、ここでは、テクスチャマッピング（texture mapping）によって、物体の表面に模様（テクスチャ）が付されるようになされており、S, T, Qは、このテクスチャマッピングにおいて用いられる。なお、 S/Q , T/Q それぞれに、テクスチャサイズ（Texture Size）を乗じた値がテクスチャアドレスとなる。

Fは、これから描画しようとしている画素をぼやけさせる場合のそのぼやけの程度を表すフォグ（fog）値で、例えば、この値が大きいほど、ぼやけて表示される。

ポリゴンデータが求められた後は、ステップS4に進み、メインCPU111において、1フレームの描画時間が推定される。即ち、メインCPU111は、ステップS1でデータを読み出したポリゴンの数、即ち、1フレームに描画するポリゴンの数から、その1フレームの描画を、例えば、1回だけ行うのに要する描画時間を推定する。そして、メインCPU111は、ステップS5において、ステップS4で推定した描画時間に基づき、重ね書き回数Nを決定し、メインバス101を介して、GPU115に供給する。

ここで、重ね書きの回数は、第7図乃至第17図における場合には、4回として、固定の値としたが、重ね書きの回数を、固定の値とすると、1フレームを構成するポリゴンの数が膨大な数のときには、1フレームの時間で、描画が終了せず、処理が破綻してしまうことがある。一方、RGB値のダイナミックレンジや、サブピクセルの精度を考慮しなけれ

ば、重ね書きの回数は多いほど、解像度を向上させることができる。そこで、本実施の形態では、処理が破綻しない範囲で（ここでは、フレームレートを維持することができる範囲で）、できるだけ多くの回数の重ね書きを行うことができるように、1フレームの描画時間に基づいて、重ね書き回数Nが、適応的に決定されるようになされている。

但し、1フレームを構成するポリゴンの数が限定されている場合などにおいては、重ね書きの回数は、処理が破綻することがないような固定値にしても良い。なお、重ね書きによる画質の向上という効果は、理論的には、1画素を構成するサブピクセルの数と同一の回数だけ重ね書きを行う場合に最大となり、その回数より多い回数の重ね書きを行っても、それ以上の効果は得られない。従って、装置の処理能力が十分であり、重ね書きの回数を、1画素を構成するサブピクセルの数以上としても、処理が破綻しない場合においては、重ね書きの回数は、いわば無駄な処理をせずに済むように、1画素を構成するサブピクセルの数と同一とするのが望ましい。同様の理由から、重ね書き回数を、上述のように、適応的に決定する場合も、その回数が、1画素を構成するサブピクセルの数よりも多くなったときには、1画素を構成するサブピクセルの数に制限するのが望ましい。

重ね書き回数Nが決定されると、ステップS6に進み、メインCPU 111において、その重ね書き回数Nだけ描画を行う場合の、各描画時に用いるずらし量（dX, dY）が設定され、メインバス101を介して、GPU 115に供給される。なお、ずらし量は、サブピクセルの精度以上とし、かつ1画素の精度より小さくするのが望ましい。

GPU 115は、以上のようにしてメインCPU 111から供給される1フレーム分のポリゴンデータ、重ね書き回数N、およびその重ね書き回数分のずらし量を受信すると、ステップS7において、Zソートを

行うことにより、1フレームを構成するポリゴンを、その奥行き方向順に並べ替える。ここで、Zソートについては、例えば、特開平7-114654号公報などに、その詳細が開示されている。

- そして、GPU115は、ステップS8において、フレームバッファ141を、例えば、0にクリアし、ステップS9に進み、描画回数をカウントする変数 n を、例えば、1に初期化する。そして、ステップS10に進み、GPU115は、各ポリゴンの n 回目の描画に用いるずらし量を、その動きに基づいて補正する

- ここで、ポリゴンデータには、上述したデータの他、ポリゴンの動きベクトルも含まれている。いま、あるポリゴンの動きベクトルが、 (v_x, v_y) であり、そのポリゴンの n 回目の描画に用いるずらし量として、 (dX_n, dY_n) が設定されているとした場合、ずらし量 (dX_n, dY_n) は、例えば、 $(dX_n + v_x/N, dY_n + v_y/N)$ に補正される。ずらし量を、このように補正して描画を行うことで、モーションブラーの効果を得ることができる。

- ずらし量の補正後は、ステップS11に進み、GPU115は、その補正されたずらし量だけ、各ポリゴンの頂点の座標をずらし、ステップS12に進む。ステップS12では、GPU115において、Zバッファ142が、例えば、 $+\infty$ に初期化され（ここでは、Z値が、画面の奥側ほど大きくなるとする）、ステップS13に進む。ステップS13では、ポリゴンの頂点の座標が、サブピクセル精度化され、さらに、サブピクセル精度でDDA演算が行われることにより、ポリゴンの辺および内部を構成するサブピクセルのRGB値等が求められる。

- ここで、DDA演算とは、2点間において、線型補間により、その2点間を結ぶ線分を構成する画素についての各値（RGB値など）を求める演算である。即ち、例えば、2点のうちの一方を始点とするとともに、

- 他方を終点とし、その始点および終点に、ある値が与えられているとき、終点に与えられている値と、始点に与えられている値との差分を、その始点と終点との間にある画素数で除算することで、始点および終点に与えられている値の変化分（変化の割合）が求められ、これを、始点から
- 5 終点の方向に進むにつれて、始点に与えられている値に順次加算（積算）することで、始点と終点との間にある各画素における値が求められる。

例えば、3角形のポリゴンについては、その3頂点として、サブピクセル p_1 , p_2 , p_3 が与えられているとすると、サブピクセル p_1 と p_2 、サブピクセル p_2 と p_3 、およびサブピクセル p_1 と p_3 に対して、このようなDDA演算が、サブピクセル精度で施され、これにより、ポリゴンの3辺上にあるサブピクセルについてのポリゴンデータ Z , R , G , B , α , S , T , Q が、さらには、そのポリゴン内部にあるサブピクセルについてのポリゴンデータ Z , R , G , B , α , S , T , Q が、 X , Y 座標を変数として求められる。

- 15 そして、ステップ S_{14} に進み、GPU 115 において、 Z バッファ 142 を用いて、フレームバッファ 141 に、ポリゴンを構成する画素のRGB値を書き込む重ね書き処理が行われる。

ここで、ステップ S_{14} においてフレームバッファ 141 に書き込まれる最終的なRGB値は、GPU 115 において、例えば、次のように

20 して求められるようになされている。

- 即ち、GPU 115 は、DDA演算結果である、ポリゴンを構成する各サブピクセルについてのポリゴンデータ X , Y , Z , R , G , B , α , S , T , Q に基づいてテクスチャマッピングを行う。具体的には、CPU 115 は、例えば、 S , T それぞれを Q で除算することにより、テク
- 25 スチャアドレス $U (S/Q)$, $V (T/Q)$ を算出し、必要に応じて各種のフィルタリング処理を行うことで、各サブピクセルの X , Y 座標

におけるテクスチャの色を算出する。即ち、GPU115は、テクスチャメモリ143から、テクスチャアドレスU、Vに対応するテクスチャデータ(Texture Color Data)を読み出す。さらに、GPU115は、このテクスチャデータとしてのRGB値と、DDA演算結果としてのRGB値とに各種のフィルタリング(Filtering)処理を施し、即ち、例えば、両者を所定の割合で混合し、さらに、あらかじめ設定された色を、フォグ値Fにしたがって混合し、ポリゴンを構成する各サブピクセルの最終的なRGB値を算出する。

10 ステップS14では、以上のようにして求められたRGB値が、フレームバッファ141に書き込まれる。

 なお、フレームバッファ141への書き込みは、原則として、ステップS7におけるZソートによって奥行き方向に並べ替えられたポリゴンについて、視点に近いものから順に行われる。この理由については、後述する。

15 また、1画素を構成するサブピクセルのうちの1つだけが、描画の対象となっている場合においては、そのサブピクセルのRGB値が、フレームバッファ141の、そのサブピクセルを含む画素に対応するアドレスに書き込まれるが、1画素を構成するサブピクセルのうちの複数が、描画の対象となっている場合においては、その複数のサブピクセルのRGB値の、例えば平均値などが書き込まれる

20 ステップS14において、フレームバッファ141への、1フレーム分のRGB値の書き込みが終了すると、ステップS15に進み、変数nが、重ね書き回数Nより大きいかどうか判定され、大きくないと判定された場合、ステップS16に進み、変数nが1だけインクリメントされ、ステップS19に戻る。そして、ステップS10において、GPU115は、各ポリゴンのn回目の描画に用いるずらし量を、その動きに

基づいて補正し、以下、ステップS 1 5において、変数nが重ね書き回数Nよりも大きいと判定されるまで、ステップS 1 9乃至S 1 6の処理が繰り返される。これにより、重ね書きが行われる。

一方、ステップS 1 5において、変数nが重ね書き回数Nよりも大きいと判定された場合、即ち、1フレームについて、N回の重ね書きを行った場合、GPU 1 1 5は、フレームバッファ1 4 1に記憶された1フレーム分のRGB値を読み出して、ディスプレイに出力し、ステップS 1に戻る。そして、ステップS 1において、メインCPU 1 1 1は、次の1フレームの3次元画像を構成するポリゴンを描画するためのデータを、メインバス1 0 1を介して、メインメモリ1 1 2から読み出し、以下、同様の処理が繰り返され、これにより、動画の表示がなされる。

次に、フレームバッファ1 4 1への書き込みは、上述したように、Zソートによって奥行き方向に並べ替えられたポリゴンについて、観点に近いものから順に行われるが、これは、フレームバッファ1 4 1へのRGB値の書き込みが、後述するように、フレームバッファ1 4 1に既に書き込まれているRGB値に加算されることで重ね書きされることに起因する。

即ち、いま、第1 9図(A)に示すように、フレームバッファ1 4 1に、例えば、ポリゴンAおよびBを含むフレームCの書き込みが、既にされており、そのような状態のフレームバッファ1 4 1に対して、さらに、ポリゴンAおよびBからなるフレームCを重ね書きすることを考える。なお、ポリゴンAは、ポリゴンBより奥側に位置し、ポリゴンAとBとは、その一部が互いに重なり合っているものとする。

この場合、Zバッファ1 4 2は、第1 8図のフローチャートで説明したように、ステップS 1 4で重ね書き処理が行われる前に、ステップS 1 2でクリアされるため、フレームバッファ1 4 1に、フレームCの全

体が書き込まれた後は、Zバッファ142は、第19図(B)に示すように、Z値として、無限遠(最も奥側)に対応する値が書き込まれた状態となっている。

そして、いま、ポリゴンAまたはBのうちの、例えば、奥側にあるポリゴンBを先に書き込み、その後に、手前側にあるポリゴンAを書き込むとすると、ポリゴンBの描画時においては、Zバッファ142に記憶されたZ値は、無限遠を表しているから、ポリゴンBを、Zバッファ142を用いて描画することにより、即ち、ポリゴンBのRGB値が、既にフレームバッファ141に記憶されているRGB値に加算されることにより、第20図(A)に示すように、既にフレームバッファ141に描画されているフレームCの、ポリゴンBの部分が重ね書きされる。この場合、Zバッファ142の、ポリゴンBに対応する部分には、ポリゴンBのZ値が書き込まれる。

その後、ポリゴンAを、Zバッファ142を用いて、フレームバッファ141に書き込むと、ポリゴンBよりも手前にあるポリゴンAの描画は、Zバッファ142によっては妨げられず、従って、ポリゴンAは、その全体が、フレームバッファ141に書き込まれる。即ち、ポリゴンBのRGB値は、すべて、既にフレームバッファ141に記憶されているRGB値に加算される。その結果、ポリゴンAとBとの重なり部分(第20図0において影を付してある部分)については、本来は、ポリゴンAのみが描画されるべきであるにもかかわらず、ポリゴンBの描画による影響が生じる。

以上のように、重ね書きを行う(ポリゴンのRGB値を、既にフレームバッファ141に書き込まれているRGB値に加算する)場合には、手前にあるポリゴンよりも、奥側にあるポリゴンを先に描画すると、それらの重なり部分に、奥側にあるポリゴンの影響が生じ、本来、手前に

あるポリゴンによって隠面消去されるはずの奥側にあるポリゴンが見えるようになる。

- そこで、このような隠面消去が行われないのを防止するため、第18図で説明したように、本実施の形態では、ポリゴンの描画は、Zソート
- 5 によって奥行き方向に並べ替えられたポリゴンについて、視点に近いものから順に行われるようになされている。

- 即ち、例えば、上述の場合においては、ポリゴンAまたはBのうちの、手前側にあるポリゴンAが先に書き込まれ、その後、奥側にあるポリゴンBが書き込まれる。この場合、ポリゴンAの描画時においては、Z
- 10 バッファ142に記憶されたZ値は、無限遠を表しているから、ポリゴンAを、Zバッファ142を用いて描画することにより、即ち、ポリゴンAのRGB値が、既にフレームバッファ141に記憶されているRGB値に加算されることにより、第21図(A)に示すように、既にフレームバッファ141に描画されているフレームCの、ポリゴンAの部分
- 15 が重ね書きされる。この場合、Zバッファ142の、ポリゴンAに対応する部分には、ポリゴンAのZ値が書き込まれる。

- その後、ポリゴンBを、Zバッファ142を用いて、フレームバッファ141に書き込むと、ポリゴンAよりも奥前にあるポリゴンBの描画は、ポリゴンAとの重なり部分については、Zバッファ142によって妨
- 20 げられ、従って、ポリゴンBの、ポリゴンAと重ならない部分はフレームバッファ141に重ね書きされるが、ポリゴンAと重なる部分はフレームバッファ141に重ね書きされない(描画されない)。その結果、ポリゴンAとBとの重なり部分については、手前側にあるポリゴンAのみが描画され、ポリゴンBの影響が生じることを防止することができる。
- 25 即ち、隠面消去を確実に行うことができる。

なお、重ね書きを行う場合の隠面消去は、以上のようなZソートとZ

バッファ142との組み合わせによって行う他、フレームバッファ141と同様のバッファ（以下、適宜、第2フレームバッファという）を設けて行うことも可能である。即ち、第2フレームバッファに対して、Zバッファ142を用いて描画を行い、その第2フレームバッファの描画結果を、フレームバッファ141に重ね書きするようにすれば良い。但し、この場合、Zソートを行う必要はなくなるが、フレームバッファ141と同容量の第2フレームバッファを設ける必要がある。

また、ZソートとZバッファ142との組み合わせは、重ね書きを行う場合の隠面消去の他、例えば、半透明のポリゴンの描画を行う場合や、影の描画を行う場合などの、 α ブレンディングを伴う描画を行う場合において、自然な映像を生成するのに利用することができる（例えば、ZソートとZバッファとの組み合わせを利用した半透明のポリゴンの描画については、本件出願人が先に提案した特願平8-158145号などに開示されている）。但し、ZソートとZバッファとの組み合わせを利用した処理は、重ね書きの際の隠面消去を行う場合や、半透明のポリゴンの描画を行う場合などでそれぞれ異なるため、処理アルゴリズムは、場合に依りて切り替える必要がある。

次に、第22図のフローチャートを参照して、第18図のステップS14における重ね書き処理の詳細について説明する。なお、ここでは、説明を簡単にするために、サブピクセルのことは考えず、既に、画素単位に、Z値やRGB値が与えられているものとする。また、左からx番目で、上からy番目の位置の画素を、 $p(x, y)$ と表すとともに、その画素 $p(x, y)$ のZ値を $Z(x, y)$ と、Zバッファ142に記憶されている、画素 $p(x, y)$ に対応する記憶値を $depth(x, y)$ と、それぞれ表す。さらに、フレームバッファ141の、画素 $P(x, y)$ に対応する位置の記憶値を $n(x, y)$ と表す。

- 重ね書き処理では、まず最初に、ステップS21において、いま描画対象となっているフレームを構成する画素のうちの所定の画素 $p(x, y)$ が注目画素とされ、その注目画素 $p(x, y)$ のZ値 $Z(x, y)$ が、Zバッファ142の記憶値 $depth(x, y)$ 以下であるかどうか5が判定される。ステップS21において、Z値 $Z(x, y)$ が、記憶値 $depth(x, y)$ 以下でないと判定された場合、即ち、注目画素 $p(x, y)$ を含んで構成されるポリゴンよりも手前にあるポリゴンが存在し、既にフレームバッファ141に書き込まれている場合、ステップS21に戻り、まだ、注目画素とされていない画素が、新たに注目画素とされ、以下、同様の処理を繰り返す。10

- また、ステップS21において、Z値 $Z(x, y)$ が、記憶値 $depth(x, y)$ 以下であると判定された場合、ステップS22に進み、輝度減少処理が行われる。即ち、注目画素 $p(x, y)$ のRGB値を $M(x, y)$ とすると、RGB値 $M(x, y)$ が、重ね書き回数 N で除算され、その除算値(但し、ここでは、小数点以下切り捨てとする)が、15重ね書きすべきRGB値 $m(x, y)$ として求められる。

- なお、 x/y 以下の最大の整数を、 $INT[x/y]$ と表すこととすると、輝度減少処理では、式 $m(x, y) = INT[M(x, y)/N]$ で示される演算が行われることになる。
- 20 ここで、 $M(x, y)/N$ が整数になる場合は問題がないが、小数点以下を含む場合には、輝度の低下が生じる。即ち、例えば、輝度値の最高値が255である場合に、その最高値である255の輝度値の描画を、4回の重ね書きによって行うことを考えると、輝度減少処理により、1回あたりの描画の輝度値は、 $63 (= INT[255/4])$ になる。従
- 25 って、63の輝度値の描画を4回行っても、即ち、63を4回加算しても、252にしかならず、元の輝度値である255よりも低下する。

そこで、輝度減少処理により得られる値 $INT[M(x, y)/N]$ のN倍が、元のRGB値 $M(x, y)$ より小さい場合においては、値 $INT[M(x, y)/N]$ に、所定の補正值Dを加算した値を、重ね書きすべきRGB値 $m(x, y)$ とするようにすることができる。

- 5 補正值Dは、この補正值Dを、値 $INT[M(x, y)/N]$ に加算した加算値のN倍が、元のRGB値 $M(x, y)$ 以上となるような値にする必要がある。具体的には、上述したように、最高値である255の輝度値の描画を、4回の重ね書きによって行う場合においては、補正值Dは、例えば、1とされる。この場合、1回あたりの描画の輝度値は、
- 10 64 (= 63 + 1) となり、64の輝度値の描画を4回行った場合には、256となる。なお、ここでは、輝度値の最高値は255であり、これを越える値は、最高値である255にクリップされるものとする。

- 輝度減少処理の後には、ステップS23において、フレームバッファ141から、注目画素 $p(x, y)$ に対応する記憶値 $n(x, y)$ が読み
- 15 出され、ステップS24に進み、輝度減少処理後のRGB値 $m(X, Y)$ と加算されることにより重ね書きされる。ここで、この加算結果を、 $v(x, y)$ と表す。

- ステップS24における加算結果、即ち、重ね書き結果 $v(x, y)$ は、ステップS25において、フレームバッファ141の、 $n(x, y)$
- 20 が記憶されていた位置（注目画素 $p(x, y)$ に対応する位置）に上書きされる。なお、この $v(x, y)$ が、次に、画素 $p(x, y)$ の描画が行われるときに、記憶値 $n(x, y)$ として読み出されることになる。

- さらに、ステップS25では、Zバッファ142の記憶値 $depth(x, y)$ が、Z値 $Z(x, y)$ に書き換えられ、ステップS26に進
- 25 み、描画対象のフレームを構成するすべての画素を、注目画素として処理を行ったかどうか判定される。ステップS26において、描画対象

のフレームを構成するすべての画素を、まだ、注目画素としていないと判定された場合、ステップS21に戻り、まだ、注目画素としていない画素を、新たに注目画素として、以下、同様の処理を繰り返す。

一方、ステップS26において、描画対象のフレームを構成するすべての画素を、注目画素としたと判定された場合、リターンする。

ここで、輝度減少処理は、 α ブレンディングを利用して行うことも可能である。即ち、 $m(x, y)$ は、ブレンド係数 α を、 $1/N$ に設定し、式 $m(x, y) = \text{INT}[\alpha \times M(x, y)]$ を演算することで求めることも可能である。即ち、いま、ブレンド係数 α が、 $1/8$ を、例えば、 $1/8 (= 2^{-3})$ に対応させて、式 $\alpha = A \rightarrow 7$ で実現されているものとする。なお、 A は0乃至128の範囲の整数を表し、 $A \rightarrow 7$ は、 A の7ビット右シフトを表す。

この場合、例えば、上述のように、最高値である255の輝度値の描画を、4回の重ね書きによって行うには、 A を、 $1/4$ に対応する32として、式 $m(x, y) = \text{INT}[\alpha \times M(x, y)]$ を演算すれば良い。

但し、この場合でも、上述した場合と同様に、輝度の低下が生じることがある。即ち、最高値である255の輝度値の描画を、4回の重ね書きによって行う場合において、 A を、 $1/4$ に対応する32として、式 $m(X, Y) = \text{INT}[\alpha \times M(x, y)]$ を演算すると、その値 $m(x, y)$ は、 $63 (= \text{INT}[(255 \times 32) \rightarrow 7])$ となり、63の輝度値の描画を4回行っても(63を4回加算しても)、252にしかならず、元の輝度値である255よりも低下する。

そこで、 $\text{INT}[\alpha \times M(x, y)]$ の N 倍が、元のRGB値 $M(x, y)$ より小さい場合においては、 $\text{INT}[\alpha \times M(x, y)]$ の N 倍が、元のRGB値 $M(x, y)$ 以上となるように、 A を補正するようにする。具体的には、 A を、 $1/4$ に対応する32に対して、例えば、1を加算

した33に補正すればよい。この場合、1回あたりの描画の輝度値は、
65(=INT[(255×33)→7])となり、65の輝度値の描画
を4回行った場合には、260となる。なお、上述したように、輝度値
の最高値である255を越える値は、最高値である255にクリップさ
5 れるものとする。

以上のように、各画素のRGB値をフレームバッファ141に描画す
るときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし
量を設定し、その複数のずらし量に対応する、フレームバッファ14
141の位置それぞれに、RGB値を描画することにより、画像を重ね書き
10 するようにしたので、大容量かつ高速なフレームバッファやZバッファ
を用いなくても、効果的なアンチエイリアシングを施すことができる。

即ち、以上のような重ね書きによるアンチエイリアシングの効果は、
ポリゴンのエッジ部分だけでなく、その内部や、3次元形状どおしが交
わっている部分などにも及ぶので、直線に生じるジャギーの低減は勿論
15 のこと、画像全体の画質を向上させることができる。

また、動きのあるポリゴンには、モーションブラーの効果を与えるこ
とができるので、ちらつきのないスムーズな動画像を表示することが可
能となる。

以上、本発明を、ビデオゲーム機に適用した場合について説明したが、
20 本発明は、その他、画像に特殊効果を与えるエフェクタや、CADなど
のコンピュータグラフィックス処理を行う装置に適用可能である。さら
に、本発明は、例えば、ビデオカメラなどで撮影した自然画を符号化し
て記録再生し、または送受信する記録再生装置または伝送装置などにも
適用可能である。即ち、将来、ビデオカメラなどで撮影した自然画を、
25 ポリゴンで表現するような符号化を行った場合において、その再生をす
るときに、本発明による手法を用いることで、高画質の自然画を再生す

ることが可能となる。

なお、本実施の形態では、描画処理を、フレーム単位で行うようにしたが、描画処理は、フィールド単位で行うようにしても良い。

また、本発明は、動画像および静止画像のいずれの描画にも適用可能である。

さらに、本実施の形態では、3次元グラフィックスの描画について説明したが、本発明は、その他、例えば、2次元グラフィックスの描画にも適用可能である

また、ずらし量は、サブピクセル精度に限られるものではなく、それよりも大きくても、あるいは小さくても良い。

さらに、本実施の形態では、上述のような描画処理を行うコンピュータプログラムを、CD-ROM 51に記録して提供するようにしたが、コンピュータプログラムの提供は、CD-ROMや光磁気ディスクその他の記録媒体によって行う他、例えば、インターネットや衛星回線その他の伝送媒体によって行うことも可能である。

また、描画処理は、コンピュータプログラムをプロセッサに実行させることにより行う他、それ専用のハードウェアに行わせることも可能である。

さらに、本実施の形態では、3次元画像を、ディスプレイに表示するようにしたが、本発明は、その他、例えば、3次元画像をプリンタ（2次元出力装置）によって印刷する場合などにも適用可能である。

また、本実施の形態では、1フレームの画像の描画を、X方向およびY方向の両方にずらして行うようにしたが、いずれか一方にのみずらすようにすることも可能である。即ち、ずらし量 (dX , dY) は、例えば、(0.0, -0.2), (0.0, -0.1), (0.0, 0.1), (0.0, 0.2) などとすることも可能である。

さらに、ずらし量 (dX , dY) は、例えば、重ね書き回数ごとに、あらかじめ決めておくことが可能である。

- なお、上述したように、重ね書きの回数は、多いほど解像度を向上させることができるが、重ね書きの回数が増えるのに伴い、輝度減少処理により、1回に描画されるRGB値を表現するビット数が少なくなるため、画像の階調が悪化する。従って、重ね書きの回数は、解像度の観点からだけでなく、階調も考慮して決めるのが望ましい。
- 5

- 本発明の描画装置および描画方法によれば、画素データを、画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量が設定され、その複数のずらし量に対応する、画素データ記憶手段の位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像が重ね書きされる。また、本発明の提供媒体によれば、画素データを、メモリに描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定し、その複数のずらし量に対応する、
- 10
- 15
- メモリの位置それぞれに、画素データを描画することにより、画像を重ね書きするコンピュータプログラムが提供される。従って、画像に生じるエイリアシングを低減することが可能となる。

産業上の利用性

- 以上のように、本発明に係る描画装置および描画方法、並びに提供媒体は、特に、例えば、コンピュータを用いた映像機器である3次元グラフィックコンピュータや、特殊効果装置(エフェクタ)、ビデオゲーム機などにおいて、アンチエイリアシングの効果は、ポリゴンのエッジ部分だけでなく、その内部や、3次元形状とおしが交わっている部分などにも及ぶので、直線に生じるジャギーの低減は勿論のこと、画像全体の画質を向上させることができるため、高画質の画像を表示することに適している。
- 20
- 25

請求の範囲

1. 画像を描画する描画装置であって、
前記画像を出力する2次元出力装置に出力させる画素データを記憶する画素データ記憶手段と、
前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定手段と、
前記画素データ記憶手段における、前記ずらし量設定手段により設定された複数のずらし量に対応する位置それぞれに、前記画素データを描画することにより、前記画像を重ね書きする描画手段と
を備えることを特徴とする描画装置。
2. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、
前記ずらし量設定手段は、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。
3. 前記描画手段が前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定手段をさらに備える
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。
4. 前記描画手段が、1画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定手段をさらに備え、
前記回数決定手段は、前記推定手段により推定された前記描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の描画装置。

5. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記回数決定手段は、1画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

5 ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の描画装置。

6. 前記画像が動画像である場合において、

前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。

10 7. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される場合において、

前記補正手段は、前記単位図形の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の描画装置。

8. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される3次元画像であ

15 る場合において、

前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段をさらに備え、

前記描画手段は、前記単位図形を、視点に近いものから順に描画することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。

20 9. 前記描画手段は、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。

10. 前記画素データまたは重ね書き回数を、MまたはNとそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

25 表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

前記描画手段は、 $\text{INT} [M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で、前記画素データ記憶手段に書き込むことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の描画装置。

11. $\text{INT} [M/N] \times N$ で表される値が、Mより小の場合において、
- 5 て、

前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT} [M/N]$ に加算した値のN倍が、M以上となるような値である

ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の描画装置。

12. 所定の入力を与えるときに操作される操作手段と、
- 10 記録媒体に記録されているデータを読み込み、そのデータを用いて、前記操作手段からの入力に基づき、所定の演算を行う演算手段と、
- 前記演算手段による演算結果に基づいて、前記画素データを求める画素データ生成手段と

- をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。
- 15 13. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記ずらし量設定手段は、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の描画装置。

14. 前記描画手段が前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の描画装置。

15. 前記描画手段が、1画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定手段をさらに
- 25 備え

前記回数決定手段は、前記推定手段により推定された前記描画時間に

基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 4 項に記載の描画装置。

1 6 . 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

- 5 前記回数決定手段は、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 4 項に記載の描画装置。

1 7 . 前記画像が動画像である場合において、

前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正手段をさ

- 10 らに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 1 2 項に記載の描画装置。

1 8 . 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される場合において、
前記補正手段は、前記単位図形の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する

- 15 ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 項に記載の描画装置。

1 9 . 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像である場合において、

前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段をさらに備え、

- 20 前記描画手段は、前記単位図形を、視点に近いものから順に描画することを特徴とする請求の範囲第 1 2 項に記載の描画装置。

2 0 . 前記描画手段は、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1 回の描画を行う

- 25 ことを特徴とする請求の範囲第 1 2 項に記載の描画装置。

2 1 . 前記画素データまたは重ね書き回数を、M または N とそれぞれ

表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

前記描画手段は、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で、前記画素データ記憶手段に書き込む

- 5 ことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の描画装置。

22. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、 M より小の場合において、

前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT}[M/N]$ に加算した値の N 倍が、 M 以上となるような値である

- 10 ことを特徴とする請求の範囲第21項に記載の描画装置。

23. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される3次元画像である場合において、

視点に応じて、前記3次元画像を構成する前記単位図形を、前記2次元出力装置の座標系のものに変換する変換手段と、

- 15 前記変換手段によって変換された前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替え手段と、

前記単位図形の奥行き方向の位置を表す値を記憶する奥行き記憶手段と

をさらに備え、

- 20 前記描画手段は、前記単位図形を、視点に近いものから順に、前記奥行き記憶手段を用いて描画する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。

24. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

- 25 前記ずらし量設定手段は、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

ことを特徴とする請求の範囲第 2 3 項に記載の描画装置。

25. 前記描画手段が前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 2 3 項に記載の描画装置。

- 5 26. 前記描画手段が、1 画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定手段をさらに備え

前記回数決定手段は、前記推定手段により推定された前記描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

- 10 ことを特徴とする請求の範囲第 2 5 項に記載の描画装置。

27. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記回数決定手段は、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

- 15 ことを特徴とする請求の範囲第 2 5 項に記載の描画装置。

28. 前記画像が動画像である場合において、

前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 2 3 項に記載の描画装置。

- 20 29. 前記補正手段は、前記単位図形の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 2 8 項に記載の描画装置。

30. 前記描画手段は、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1

- 25 回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第 2 3 項に記載の描画装置。

31. 前記画素データまたは重ね書き回数を、MまたはNとそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

- 前記描画手段は、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で、前記画素データ記憶手段に書き込むことを特徴とする請求の範囲第30項に記載の描画装置。

32. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、Mより小の場合において、

- 前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT}[M/N]$ に加算した値のN倍が、M以上となるような値であることを特徴とする請求の範囲第31項に記載の描画装置。

33. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される3次元画像である場合において、

- 所定の入力を与えるときに操作される操作手段と、
- 15 記録媒体に記録されているデータを読み込み、そのデータを用いて、前記操作手段からの入力に基づき、所定の演算を行う演算手段と、
- 前記演算手段による演算の結果得られる前記単位図形を、前記2次元出力装置の座標系のものに変換する変換手段と、
- 前記変換手段によって変換された前記単位図形を、その奥行き方向順
- 20 に並べ替える並べ替え手段と、
- 前記単位図形の奥行き方向の位置を表す値を記憶する奥行き記憶手段と

をさらに備え、

- 前記描画手段は、前記単位図形を、視点に近いものから順に、前記奥行き記憶手段を用いて描画することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の描画装置。

34. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記ずらし量設定手段は、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

5 ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載の描画装置。

35. 前記描画手段が前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載の描画装置。

36. 前記描画手段が、1画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定手段をさらに備え

前記回数決定手段は、前記推定手段により推定された前記描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第35項に記載の描画装置。

15 37. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記回数決定手段は、1画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第35項に記載の描画装置。

20 38. 前記画像が動画像である場合において、

前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正手段をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載の描画装置。

39. 前記補正手段は、前記単位図形の動きに基づいて、前記ずらし量

25 量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第38項に記載の描画装置。

40. 前記描画手段は、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載の描画装置。

- 5 41. 前記画素データまたは重ね書き回数を、MまたはNとそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

前記描画手段は、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で、前記画素データ記憶手段に書き込む

- 10 ことを特徴とする請求の範囲第40項に記載の描画装置。

42. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、Mより小の場合において、

前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT}[M/N]$ に加算した値のN倍が、M以上となるような値である

- 15 ことを特徴とする請求の範囲第41項に記載の描画装置。

43. 画像を描画する描画装置における描画方法であって、

前記描画装置は、前記画像を出力する2次元出力装置に出力させる画素データを記憶する画素データ記憶手段を備え、

- 20 前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定ステップと、

その複数のずらし量に対応する、前記画素データ記憶手段の位置それぞれに、前記画素データを描画することにより、前記画像を重ね書きする描画ステップと

- 25 を備えることを特徴とする描画方法。

44. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合にお

いて、

前記ずらし量設定ステップにおいて、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

ことを特徴とする請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方法。

- 5 4 5 . 前記描画ステップにおいて前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方法。

- 4 6 . 前記描画ステップにおいて 1 画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定ステップをさらに備え、
- 10

前記回数決定ステップにおいて、前記推定ステップで推定された前記描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 4 5 項に記載の描画方法。

- 4 7 . 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合にお
- 15 いて、

前記回数決定ステップにおいて、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 4 5 項に記載の描画方法。

- 4 8 . 前記画像が動画像である場合において、
- 20 前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方法。

- 4 9 . 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される場合において、
- 前記補正ステップにおいて、前記単位図形の動きに基づいて、前記ず
- 25 らし量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 4 8 項に記載の描画方法。

50. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される3次元画像である場合において、

前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替えステップをさらに備え、

- 5 前記描画ステップにおいて、前記単位図形を、視点に近いものから順に描画する

ことを特徴とする請求の範囲第43項に記載の描画方法。

51. 前記描画ステップにおいて、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第43項に記載の描画方法。

52. 前記画素データまたは重ね書き回数を、MまたはNとそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

- 15 前記描画ステップにおいて、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で、前記画素データ記憶手段に書き込む

ことを特徴とする請求の範囲第51項に記載の描画方法。

53. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、Mより小の場合において、
20

前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT}[M/N]$ に加算した値のN倍が、M以上となるような値である

ことを特徴とする請求の範囲第52項に記載の描画方法。

54. 前記描画装置は、所定の入力を与えときに操作される操作手
25 段をさらに備え、

記録媒体に記録されているデータを読み込み、そのデータを用いて、

前記操作手段からの入力に基づき、所定の演算を行う演算ステップと、
前記演算ステップにおける演算結果に基づいて、前記画素データを求める画素データ生成ステップと

をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方

5 法。

5 5 . 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記ずらし量設定ステップにおいて、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

10 ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載の描画方法。

5 6 . 前記描画ステップにおいて前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載の描画方法。

5 7 . 前記描画ステップにおいて 1 画面分の前記画素データを、前記画
15 素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定ステップをさらに備え、

前記回数決定ステップにおいて、前記推定ステップで推定された前記描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 5 6 項に記載の描画方法。

20 5 8 . 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記回数決定ステップにおいて、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 5 6 項に記載の描画方法。

25 5 9 . 前記画像が動画画像である場合において、

前記動画画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正ステップ

をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載の描画方法。

6 0. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される場合において、
前記補正ステップにおいて、前記単位図形の動きに基づいて、前記ず

5 らし量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 5 9 項に記載の描画方法。

6 1. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像で
ある場合において、

前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替えステップを

10 さらに備え、

前記描画ステップにおいて、前記単位図形を、視点に近いものから順
に描画する

ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載の描画方法。

6 2. 前記描画ステップにおいて、前記画素データを、前記画素デー
15 タ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基
づいて、1 回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載の描画方法。

6 3. 前記画素データまたは重ね書き回数を、M または N とそれぞれ
表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $INT[x/y]$ と表す場

20 合において、

前記描画ステップにおいて、 $INT[M/N]$ で表される値に、所定
の補正値を加算した値を、1 回の描画で、前記画素データ記憶手段に書
き込む

ことを特徴とする請求の範囲第 6 2 項に記載の描画方法。

25 6 4. $INT[M/N] \times N$ で表される値が、M より小の場合において、
前記補正値は、その補正値を、 $INT[M/N]$ に加算した値の N 倍

が、M以上となるような値である

ことを特徴とする請求の範囲第 6 3 項に記載の描画方法。

6 5. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像である場合において、

- 5 前記描画装置は、前記単位図形の奥行き方向の位置を表す値を記憶する奥行き記憶手段をさらに備え、

視点に応じて、前記 3 次元画像を構成する前記単位図形を、前記 2 次元出力装置の座標系のものに変換する変換ステップと、

- 10 前記変換ステップによって変換された前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替えステップと

をさらに備え、

前記描画ステップにおいて、前記単位図形を、視点に近いものから順に、前記奥行き記憶手段を用いて描画する

ことを特徴とする請求の範囲第 4 3 項に記載の描画方法。

- 15 6 6. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記ずらし量設定ステップにおいて、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

ことを特徴とする請求の範囲第 6 5 項に記載の描画方法。

- 20 6 7. 前記描画ステップにおいて前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 6 5 項に記載の描画方法。

6 8. 前記描画ステップにおいて、1 画面分の前記画素データを、前記画素データ記憶手段に描画するのにかかる描画時間を推定する推定ス

- 25 テップをさらに備え、

前記回数決定ステップにおいて、前記推定ステップで推定された前記

描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求項 67 項に記載の描画方法。

69. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

- 5 前記回数決定ステップにおいて、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 67 項に記載の描画方法。

70. 前記画像が動画像である場合において、

前記動画像の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する補正ステップ

- 10 をさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 65 項に記載の描画方法。

71. 前記補正ステップにおいて、前記単位図形の動きに基づいて、前記ずらし量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 70 項に記載の描画方法。

- 15 72. 前記描画ステップにおいて、前記画素データを、前記画素データ記憶手段に対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1 回の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第 65 項に記載の描画方法。

73. 前記画素データまたは重ね書き回数を、 M または N とそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

前記描画ステップにおいて、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1 回の描画で描画する

ことを特徴とする請求の範囲第 72 項に記載の描画方法。

- 25 74. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、 M より小の場合において、

前記補正値は、その補正値を、 $INT[M/N]$ に加算した値のN倍が、M以上となるような値である

ことを特徴とする請求の範囲第73項に記載の描画方法。

75. コンピュータに、画像を描画する処理を行わせるためのコンピュータプログラムを提供する提供媒体であって、

前記画像を出力する2次元出力装置に出力させる画素データを、メモリに描画するときの描画位置を、1画素より細かい精度でずらすための複数のずらし量を設定するずらし量設定ステップと、

- その複数のずらし量に対応する、前記メモリの位置それぞれに、前記画素データを描画することにより、前記画像を重ね書きする描画ステップと

を備えるコンピュータプログラムを提供する

ことを特徴とする提供媒体。

76. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

前記ずらし量設定ステップにおいて、前記画素データの前記描画位置を、サブピクセル精度でずらすための複数のずらし量を設定する

ことを特徴とする請求の範囲第75項に記載の提供媒体。

77. 前記コンピュータプログラムは、前記描画ステップにおいて前記画像を重ね書きする重ね書き回数を決定する回数決定ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第75項に記載の提供媒体。

78. 前記コンピュータプログラムは、前記描画ステップにおいて1画面分の前記画素データを、前記メモリに描画するのにかかる描画時間を推定する推定ステップをさらに備え、

前記回数決定ステップにおいて、前記推定ステップで推定された前記

描画時間に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の提供媒体。

79. 前記画素データがサブピクセル単位で求められている場合において、

- 5 前記回数決定ステップにおいて、1 画素を構成するサブピクセルの数に基づいて、前記重ね書き回数を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の提供媒体。

80. 前記画像が動画像である場合において、

- 前記コンピュータプログラムは、前記動画像の動きに基づいて、前記
10 ずらし量を補正する補正ステップをさらに備える

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の提供媒体。

81. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される場合において、
前記補正ステップにおいて、前記単位図形の動きに基づいて、前記ず
らし量を補正する

- 15 ことを特徴とする請求の範囲第 8 0 項に記載の提供媒体。

82. 前記画像が、単位図形の組合せにより定義される 3 次元画像である場合において、

前記コンピュータプログラムは、前記単位図形を、その奥行き方向順に並べ替える並べ替えステップをさらに備え、

- 20 前記描画ステップにおいて、前記単位図形を、視点に近いものから順に描画する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の提供媒体。

83. 前記描画ステップにおいて、前記画素データを、前記メモリに対する前記画像の重ね書き回数で除算して得られる値に基づいて、1 回

- 25 の描画を行う

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の提供媒体。

84. 前記画素データまたは重ね書き回数を、 M または N とそれぞれ表すとともに、 x/y 以下の最大の整数を、 $\text{INT}[x/y]$ と表す場合において、

- 前記描画ステップにおいて、 $\text{INT}[M/N]$ で表される値に、所定の補正値を加算した値を、1回の描画で描画する

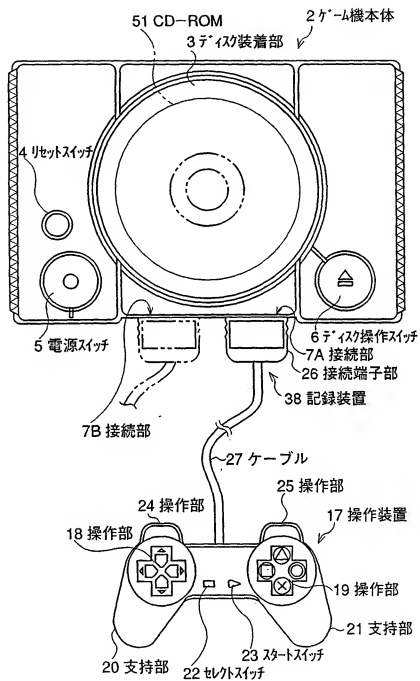
ことを特徴とする請求の範囲第83項に記載の提供媒体。

85. $\text{INT}[M/N] \times N$ で表される値が、 M より小の場合において、

- 前記補正値は、その補正値を、 $\text{INT}[M/N]$ に加算した値の N 倍が、 M 以上となるような値である

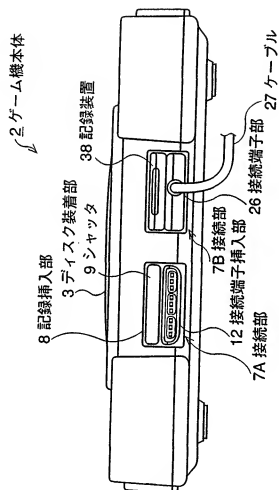
ことを特徴とする請求の範囲第84項に記載の提供媒体。

第1図

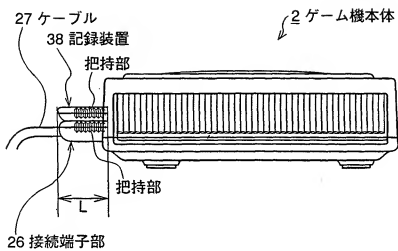


2/20

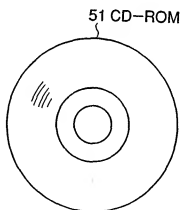
第2図



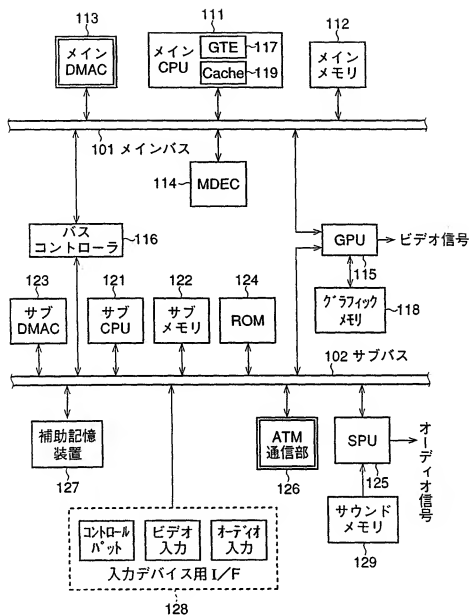
第3図



第4図

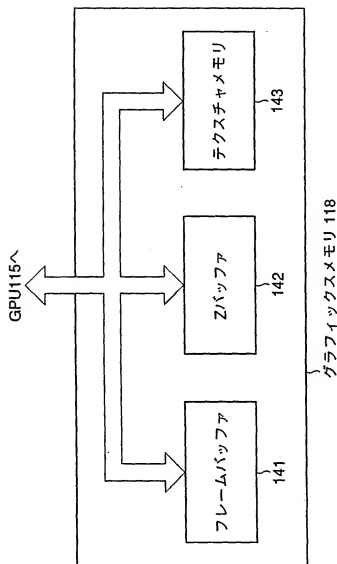


第 5 図

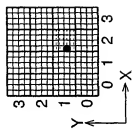


ゲーム機本体 2

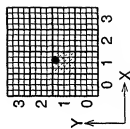
第6図



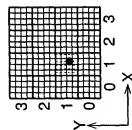
第7図



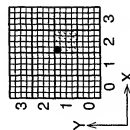
(A) 1回目の描画



(B) 2回目の描画

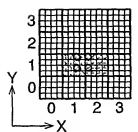


(C) 3回目の描画



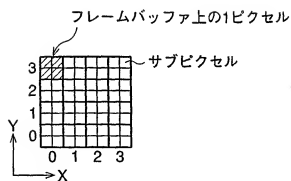
(D) 4回目の描画

第8図

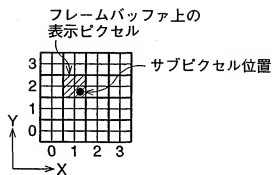


重ね書きの結果

第9図

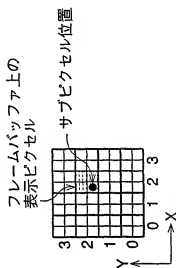
2×2サブピクセルと
バッファ上のピクセルの関係

第 10 図

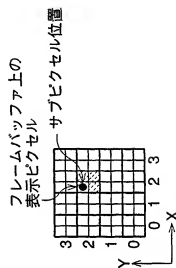


X=1.6, Y=2.2の点のサブピクセル位置と
表示ピクセル

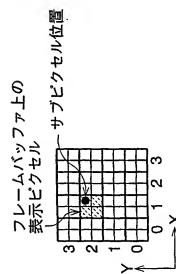
第 11 図



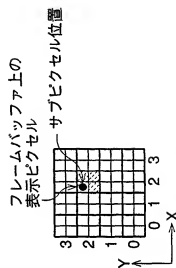
(A) ずらし量 $dX=0.0$, $dY=0.0$ の時の表示ピクセル (1回目)



(B) ずらし量 $dX=0.5$, $dY=0.0$ の時の表示ピクセル (2回目)

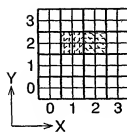


(C) ずらし量 $dX=0.0$, $dY=0.5$ の時の表示ピクセル (3回目)

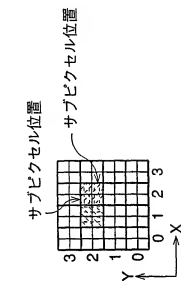


(D) ずらし量 $dX=0.5$, $dY=0.5$ の時の表示ピクセル (4回目)

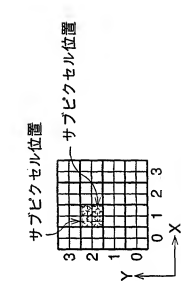
第 1 2 図



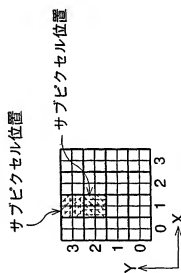
第13図



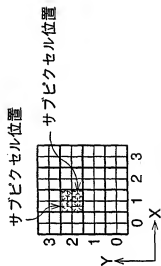
(A) $1.5 \leq X < 2.0$, $2.5 \leq Y < 3.0$ の時の
重ね書き結果 (画素値=64)



(B) $1.5 \leq X < 2.0$, $2.0 \leq Y < 2.5$ の時の
重ね書き結果 (画素値=128)

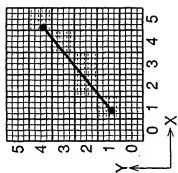


(C) $1.0 \leq X < 1.5$, $2.5 \leq Y < 3.0$ の時の
重ね書き結果 (画素値=128)

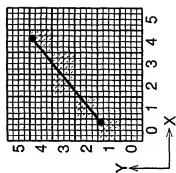


(D) $1.0 \leq X < 1.5$, $2.0 \leq Y < 2.5$ の時の
重ね書き結果 (画素値=255)

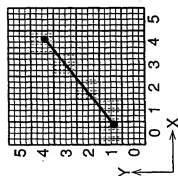
第14図



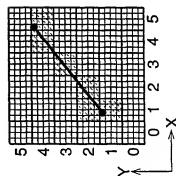
(B) 2回目の描画



(D) 4回目の描画



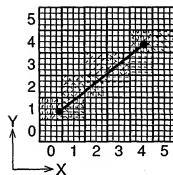
(A) 1回目の描画



(C) 3回目の描画

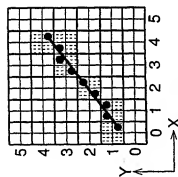
13/20

第15図

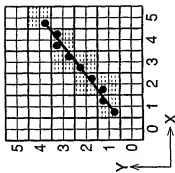


重ね書きの結果

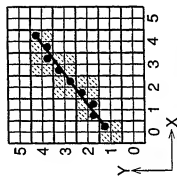
第16図



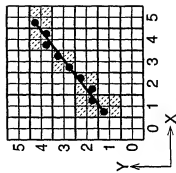
(A) ずらし量 $dX=0.0$, $dY=0.0$ の時の表示ピクセル



(B) ずらし量 $dX=0.5$, $dY=0.0$ の時の表示ピクセル

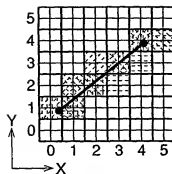


(C) ずらし量 $dX=0.0$, $dY=0.5$ の時の表示ピクセル

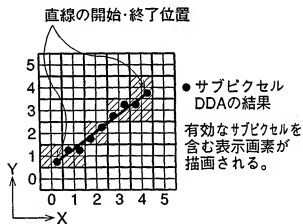


(D) ずらし量 $dX=0.5$, $dY=0.5$ の時の表示ピクセル

第17図

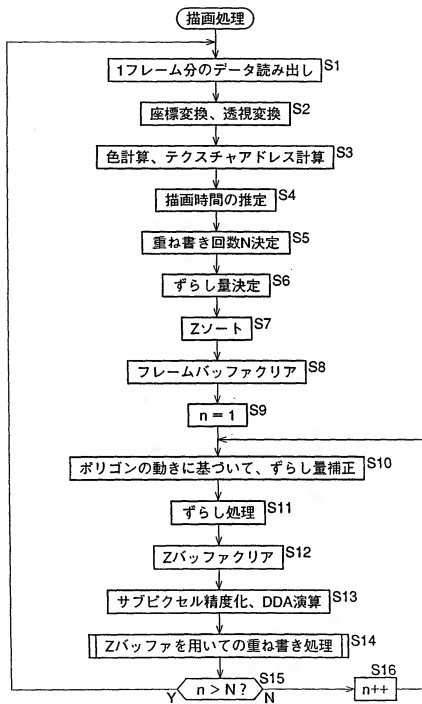


(A) 4回の重ね書きにより生成される
アンチエイリアス直線

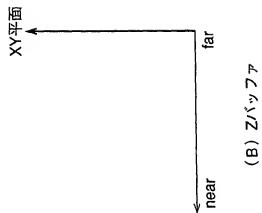
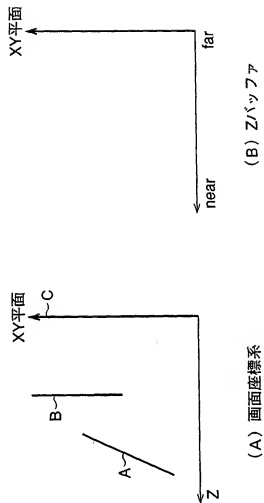


(B) サブピクセル精度の直線描画

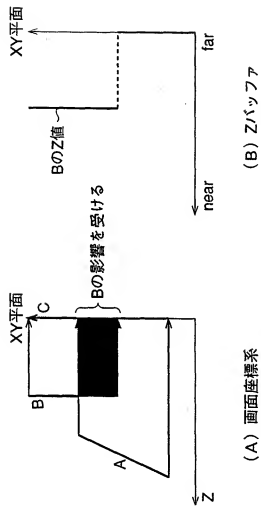
第18図



第19図

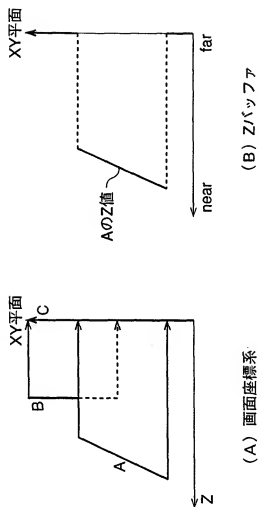


第20図



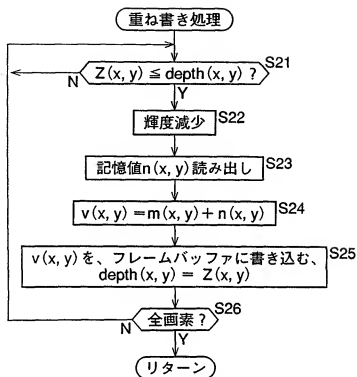
Bを書き込んだ時のZバッファと描画の重なる部分

第21図



20/20

第22図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁵ G06T15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁵ G06T15/00, G06T5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 63-113785, A (Hitachi, Ltd.), 18 May, 1988 (18. 05. 88), Page 3, lower left column, line 8 to lower right column, line 15 (Family: none)	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55
X	JP, 04-205485, A (Daikin Industries, Ltd.), 27 July, 1992 (27. 07. 92), Page 2, lower left column, line 12 to page 3, upper right column, line 4 (Family: none)	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55
X	Carpenter, "The A-buffer, an Antialiased Hidden Surface Method", Computer Graphics, July 1984, Vol. 18, No. 3, p.103-108	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55
A	JP, 07-282271, A (Hitachi, Ltd.), 27 October, 1995 (27. 10. 95) (Family: none)	4, 46, 78
A	JP, 09-114994, A (Sony Corp.), 2 May, 1997 (02. 05. 97) (Family: none)	4, 46, 78

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing date
document which may throw doubts on priority claim(s) or which is"L" cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means"P" document published prior to the international filing date but later than
the priority date claimed"I" later document published after the international filing date or priority
date and not in conflict with the application but cited to understand
the principle or theory underlying the invention"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive step
when the document is taken alone"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such combination
being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 July, 1999 (07. 07. 99)

Date of mailing of the international search report

21 July, 1999 (21. 07. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01692

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 09-282249, A (NEC Corp.), 31 October, 1997 (31. 10. 97) (Family: none)	4, 46, 78
A	JP, 05-137068, A (Sony Corp.), 1 June, 1993 (01. 06. 93) & GB, 2255466, A & US, 5253065, A	6, 48, 80, 7, 49, 81
A	JP, 06-290253, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), 18 October, 1994 (18. 10. 94) (Family: none)	6, 48, 80, 7, 49, 81
A	Tsuyoshi Yamamoto, "TV game jidai no 3jigen CG gijutsu", bit June 1996, Vol. 28, No. 6, p.41-48	1-85

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G06T15/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G06T15/00

G06T5/00~5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 63-113785, A (株式会社日立製作所) 18. 5 月. 1988 (18. 05. 88), 第3頁左下欄第8行~右下欄 第15行目 (ファミリーなし)	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55
X	J P, 04-205485, A (ダイキン工業株式会社) 27. 7 月. 1992 (27. 07. 92), 第2頁左下欄第12行目~第 3頁右上欄第4行目 (ファミリーなし)	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 07. 99

国際調査報告の発送日

21.07.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

脇岡 剛

電話番号 03-3581-1101 内線 3532

5H 9365



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	Carpenter, "The A-buffer, an Antialiased Hidden Surface Method", Computer Graphics, July 1984, Vol. 18, No. 3, p. 103~108	1, 43, 75, 2, 44, 76, 12, 54, 13, 55
A	J P, 07-282271, A (株式会社日立製作所) 27. 10月. 1995 (27. 10. 95) (ファミリーなし)	4, 46, 78
A	J P, 09-114994, A (ソニー株式会社) 2. 5月. 1997 (02. 05. 97) (ファミリーなし)	4, 46, 78
A	J P, 09-282249, A (日本電気株式会社) 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) (ファミリーなし)	4, 46, 78
A	J P, 05-137068, A (ソニー株式会社) 1. 6月. 1993 (01. 06. 93) &GB, 2255466, A &US, 5253065, A	6, 48, 80, 7, 49, 81
A	J P, 06-290253, A (日本電信電話株式会社) 18. 10月. 1994 (18. 10. 94) (ファミリーなし)	6, 48, 80, 7, 49, 81
A	山本強, "テレビゲーム時代の3次元CG技術", bit Jun e 1996, Vol. 28, No. 6, p. 41~48	1-85